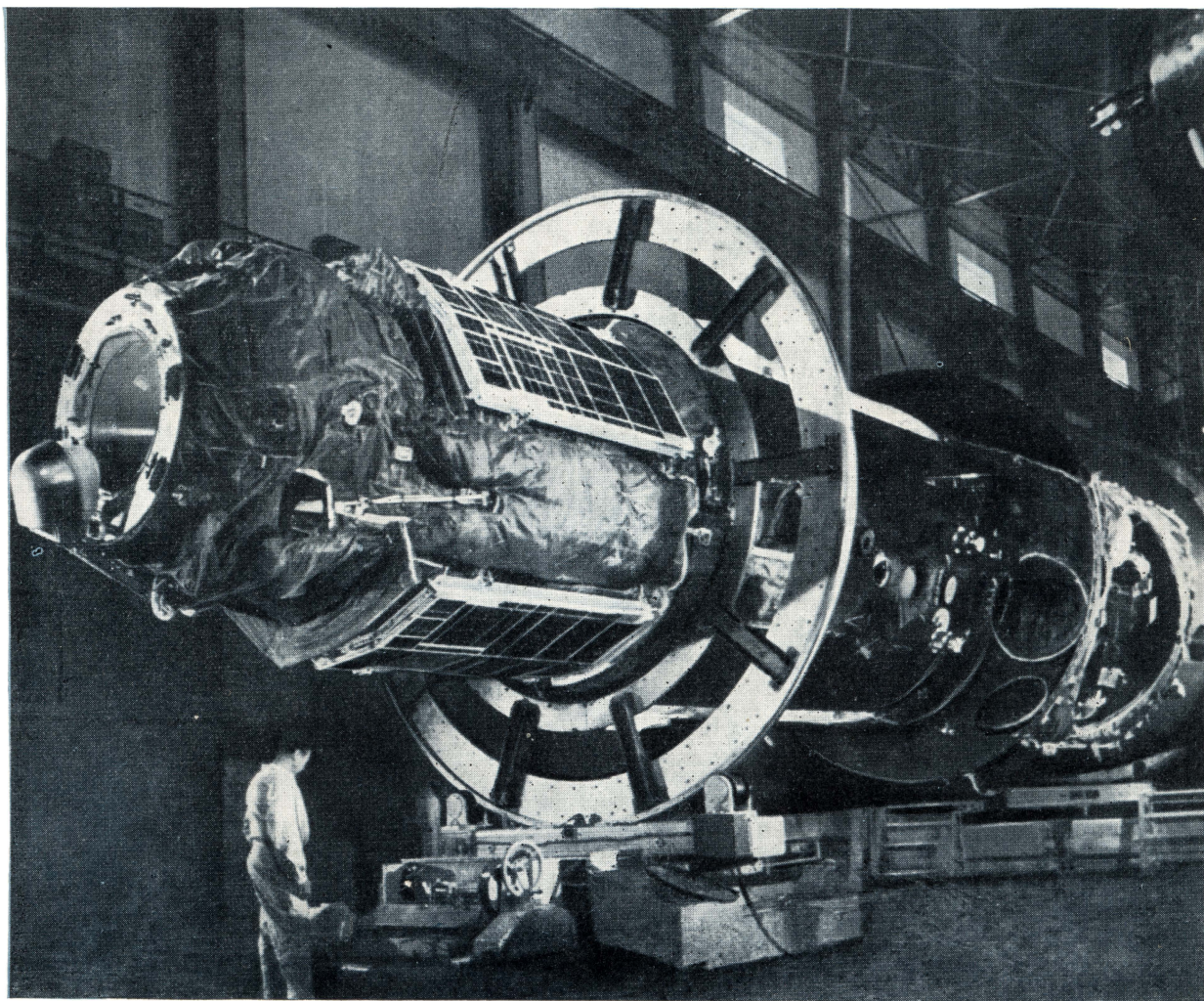




ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

2

1972

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

**12 апреля —
день**

КОСМОНАВТИКИ



Во время работы XV Генеральной ассамблеи Международного геодезического и геофизического союза на выставке «Геодезия — геофизика-71» экспонировалась отечественная и зарубежная аппаратура. Выставку посетили президент МГГС профессор Ж. Кулон и вице-президент Академии наук СССР академик А. П. Виноградов. На снимке — конструкторы советского прибора ПЭО-1 профессор Е. С. Борисевич и научный сотрудник Г. К. Бегушин демонстрируют гостям работу прибора. Профессор Ж. Кулон после подробного ознакомления с советским разделом выставки сказал: «Эти превосходные приборы, без сомнения, во многом определяют успехи советской геофизики и геодезии».

[К статье «Геодезия — геофизика-71»]

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год



МАРТ — АПРЕЛЬ

2 1972

Издательство «Наука»
Москва

В номере

К. П. Феоктистов — Орбитальная станция «Салют»	2
К. П. Флоренский — «Луноход-1» — о поверхности Луны	6
В. В. Громов, А. К. Леонович, В. В. Шварев — Лунный грунт по данным «Лунохода-1»	8
И. П. Тиндо — Рентгеновский телескоп на Луне	10
Ж. Юссон — Лазерный эксперимент на «Луноходе-1»	13
Д. Ю. Гольдовский — «Аполлон-15» исследует Луну	15
Р. Руффини, Дж. Уилер — Знакомьтесь: черная дыра	18
П. Р. Амнуэль — Невидимые миру звезды	26
Ю. А. Владимирцев, А. Н. Косарев — Красное море — океа- нологический феномен	30

ЛЮДИ НАУКИ

Конструктор советских ракетно-космических систем Сергей Павло- вич Королев	36
---	----

ЭКСПЕДИЦИИ

В. А. Васнецов — Первая советская экспедиция на ледокольном пароходе «Малыгин»	43
---	----

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Л. М. Гиндилис — СЕТИ-71	49
XV Генеральная ассамблея МГТС (обзоры по ассоциациям)	54

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

«Геодезия — геофизика-71»	62
-------------------------------------	----

СТИХИ О ВСЕЛЕННОЙ

М. А. Волошин	68
-------------------------	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

В. В. Мартыненко — Исследуем численность метеоров	70
С. С. Войнов — Экспедиция юных астрономов Новосибирска	72

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

А. Е. Корнюхин — Адрес экспозиции: Москва, ВДНХ, павильон «Космос»	75
---	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

А. Р. Палей — Обстоятельно о фантастике	77
---	----

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Рентгеновский пульсар [5]; Модель рентгеновского источника [29]; Круговая поляризация света планет [35]; Изменяется ли температура Земли вследствие деятельности человека [35]; Масса Плутона [40]; Радиокарта Венеры [41]; Лекция профессора Цвикки [42]; Молекулы в межзвездном газе [60]; Новые методы измерения диаметров звезд [61]; Как вращаются спутники Сатурна [61]; Сближение Земли с астероидами [61]; Служба Сверхновых звезд [61]; Награды любителям астрономии [74]; Хроника землетрясений [79]; Астрономия в школах Винницкой области [80].

На обложке: 1-я стр. — Орбитальная научная станция «Салют» в сборочном цехе. (К статье К. П. Феоктистова)

К. П. ФЕОКТИС ТОВ
профессор
Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР

Орбитальная станция «Салют»

Завершен полет первой долговременной орбитальной станции «Салют». После выполнения программы научно - технических экспериментов 11 октября 1971 г. станция по команде с Земли перешла на траекторию спуска и, войдя в плотные слои атмосферы, над заданным районом Тихого океана прекратила свое существование.



Пульт управления в рабочем отсеке

Одной из главных задач полета «Салюта» была всесторонняя проверка работоспособности станции, оборудования, систем обеспечения в реальных условиях космического полета. И эта задача выполнена полностью.

Чтобы значение полученных результатов стало яснее, напомним, насколько сложна машина «Салют». На станции установили около 2000 приборов, блоков, агрегатов (правда, многие из них одинаковы, но приборов различных наименований было несколько сот). Одних только электродвигателей в различных бортовых системах около ста, пультов управления — 20, не считая элементов и щитов управления на отдельных экспериментальных приборах. Общая длина электрических проводов исчислялась сотнями километров.

Во время полета станции выполнено 12 маневров с включениями корректирующего двигателя станции, проведено около 130 операций по ориентации станции в различных режимах, около 800 сеансов связи и измерений.

Весь самый сложный комплекс оборудования бесперебойно работал без малого шесть месяцев, в течение которых длился орбитальный полет. Значит, при создании «Салюта» удалось найти достаточно простые и надежные решения для всех систем и узлов станции. И к тому же сделано было это, как говорят, с одного захода: ведь «Салют» — первый образец орбитальной лаборатории.

Не менее важной представляется и вторая задача. Перспективы дальнейшего развития и конструкция орбитальных станций в значительной степени зависят от того, как долго человек может находиться в условиях невесомости. Действительно, если окажется, что человек не в состоянии долго переносить невесомость, то для обеспечения длительного функционирования орбитальной станции придется искать новые решения. Их поиски, возможно, пойдут двумя путями.

Первый — создание искусственной тяжести на орбитальных станциях. Сейчас мы можем представить себе решение подобной задачи только за счет вращения космического аппарата. Но если вращается вся станция, то на ней практически невозможно вести астрофизические исследования, наблюдать поверхность Земли и выполнять технологические работы, требующие невесомости. Следовательно, ос-

новные рабочие отсеки станции должны оставаться неподвижными, а жилые — вращаться. Сразу видно, какие большие технические трудности возникают при разработке орбитальных станций с искусственной тяжестью. И ясно, что они будут существенно дороже и тяжелее, чем станции без искусственной гравитации.

Второй путь — создание «посещаемых» орбитальных станций, предназначенных для работы в автоматических режимах. На «посещаемую» станцию экипаж высаживается лишь изредка — для регулировки, перенастройки и профилактики ее оборудования.

Конечно, оба пути ведут к сооружению более сложных, дорогих и, несомненно, в какой-то степени менее эффективных станций по сравнению с теми, на которых экипаж находится в условиях невесомости. Именно поэтому важно установить, как долго человек может работать, не испытывая земного притяжения.

На станции «Салют» был сделан новый шаг к увеличению продолжительности пилотируемых полетов. Как известно, на борту станции 23 дня жили и работали летчики-космонавты Г. Т. Добровольский, В. Н. Волков и В. И. Пацаев.

Данные, полученные в ходе этого наиболее продолжительного на сегодня полета, показали, что космонавты вполне удовлетворительно переносят условия невесомости.

На станции «Салют» проводились исследования в области астрофизики, медицины и биологии, техники. Серия экспериментов проводилась в интересах народного хозяйства. Многие из проведенных исследований дали новые результаты.

Одновременно получен еще один, можно сказать, побочный результат, так как он программой не предусматривался. Никогда еще космонавтам не приходилось в полете иметь дело с таким большим количеством научной аппаратуры. Сложность, конечно, не только в том, что общий вес аппаратуры «Салюта» определялся в тоннах, а не в десятках килограммов, как это было, скажем, в полетах на кораблях «Союз». Просто количество приборов, с которыми должен управляться экипаж, слишком велико. Хотя управление большинством приборов было сконцентрировано на постах (где и устанавливались упомянутые ранее 20 пультов), многие приборы требовали еще и специального обслуживания (регулировка, смена кассет, объективов, фильтров и т. п.).

Безусловно, в дальнейшем насыщенность орбитальных станций аппаратурой возрастет еще больше. И поэтому естественным было желание понять, как экипажу удастся справиться с выполнением разнообразной программы работ в условиях невесомости при длительном полете. Экипаж «Салюта» работал очень напряженно: астрофизические и медико-биологические исследования, наблюдения за геолого-географическими объектами на Земле, фотографирование снежного и ледяного покрова нашей планеты, сбор и передача сведений о метеорологической обстановке. Кроме того, космонавты выполняли ряд технических экспериментов, связанных с отработкой новых приборов и агрегатов космической техники, а также проводили обычную ежедневную работу по управлению станцией и поддерживали регулярную связь с Землей. Словом, экипаж работал по обширной программе и сделал очень много. Центр управления полетом неоднократно объявлял космонавтам благодарность за хорошую работу. Сведения, полученные экипажем, позволят ученым и конструкторам усовершенствовать будущие орбитальные станции.

Вместе с тем, опыт показал, что, выполняя программу исследований, космонавты испытывали постоянную нехватку времени. Сказывалась невесомость, очевидно, существенно усложнявшая работу. Хорошо, что мы уже на опыте полета «Салюта» поняли эту далеко не

тривиальную особенность исследовательской деятельности в космосе.

Отсюда, конечно, не следует, что в дальнейшем надо отказаться от принципа универсальности орбитальных станций. Ведь эпоха обстоятельных исследований нашей планеты и окружающего мира космическими пилотируемыми аппаратами только начинается. И мы еще слишком мало знаем, чтобы можно было уже сейчас переходить к узкоспециализированным орбитальным станциям. Чем шире фронт исследований, тем больше шансов на успешный поиск новых фактов и закономерностей. Присутствие квалифицированных исследователей на борту станции позволяет увеличить объем исследований.

Я убежден, что надежный путь к повышению эффективности оборудования орбитальной станции — это дальнейшая автоматизация наиболее часто повторяющихся операций и процессов управления станцией, ее оборудованием и научными приборами. Тогда экипаж сумеет уделять больше времени своему главному делу — научным исследованиям и наблюдениям.

Подробный анализ материалов, которые получены в итоге полугодовой работы орбитальной станции «Салют», еще не завершен. Но уже сейчас можно с уверенностью сказать, что этот полет служит крупным вкладом в освоение и исследование космического пространства, в развитие космической техники.



РЕНТГЕНОВСКИЙ ПУЛЬСАР

Американский искусственный спутник Земли «Uhuru» (на языке суахили — свобода), предназначенный для регистрации рентгеновского излучения от космических объектов, уже принес астрофизикам первые сюрпризы: рентгеновский источник Центавр XR-3 оказался пульсаром, а Лебедь XR-1 — объектом с необычной переменностью излучения.

Первым появилось сообщение о переменности рентгеновского излучения Лебедя XR-1 с периодом 73 миллисекунды. Естественно, напрашивался вывод, что это пульсар. Пока астрофизикам известен только один радиопульсар, наблюдающийся в рентгеновском диапазоне — NP 0532 в Крабовидной туманности. Однако более детальные измерения рентге-

новского излучения, проведенные на ракете, показали, что Лебедь XR-1 не пульсар. Переменность его носит сложный характер и соответствует нескольким налагающимся периодам, основными из которых являются два: 290 миллисекунд и 1,1 секунды.

Что касается Центавра XR-3, то это, несомненно, пульсар. Четко выраженные пульсации рентгеновского излучения Центавра XR-3 имеют период около 5 секунд, что больше периода самого долгопериодического радиопульсара (3,7 секунды) и более чем в 100 раз превышает период NP 0532.

В поведении нового пульсара есть ряд особенностей, выделяющих его среди остальных пульсаров. Во-пер-

вых, поток его рентгеновского излучения в течение часа изменяется почти в 10 раз. Во-вторых, его период колеблется относительно среднего значения на несколько сотых долей процента за час. Да и само среднее значение периода за три месяца уменьшилось на 0,6%.

Спектр рентгеновского излучения пульсара Центавр XR-3 указывает на иной механизм излучения, чем для NP 0532. Похоже, что у Центавра XR-3 излучает горячая плазма с температурой несколько десятков миллионов градусов, тогда как у пульсара NP 0532 излучают электроны, ускоренные до очень больших энергий, так называемые релятивистские электроны.

Высказывается предположение, что пульсар Центавр XR-3 не нейтронная звезда, а звезда типа белого карлика, находящаяся в состоянии, близком к неустойчивому.

Н. Н. ЧУГАЙ

Полет «Луны-20» — новый выдающийся космический эксперимент

Советской космической наукой и техникой одержана новая победа в исследовании Луны. Программа полета автоматической станции «Луна-20» успешно завершена.

25 февраля 1972 г. возвращаемый аппарат автоматической станции «Луна-20» совершил посадку в расчетном районе территории Советского Союза. Блестяще решена очередная задача в изучении Луны. На Землю доставлены образцы лунного грунта, впервые взятые в труднодоступном материковом районе Луны.

Сложный космический эксперимент проходил в несколько этапов.

Запуск автоматической станции «Луна-20» состоялся 14 февраля 1972 г. После 105 часов космического полета станция вышла на селеноцентрическую орбиту. 19 февраля была проведена ее коррекция с целью обеспечения посадки в расчетном районе Луны.

21 февраля в 22 часа 19 минут по московскому времени автоматическая станция «Луна-20» осуществила мягкую посадку в горную материковую область между Морем Изобилия и Морем Кризисов. При этом была успешно решена научно-техническая задача посадки автоматического аппарата в район со сложным рельефом поверхности.

После посадки и проверки состояния бортовых систем были включены телефотометрические устройства. Полученные с их помощью изображения лунной поверхности позволили выбрать место для взятия пробы грунта. По командам с Земли грунтозаборный механизм произвел бурение и забор образцов лунного грунта, которые затем были помещены в контейнер возвращаемого аппарата и загерметизированы.

В период работы станции на Луне уточнялись координаты местонахождения станции и проводилась подготовка к старту.

23 февраля в 1 час 58 минут по московскому времени, используя посадочную ступень как платформу, космическая ракета с возвращаемым аппаратом стартовала с Луны.

В ходе полета по трассе Луна — Земля в сеансах радиосвязи наземные станции командно-измерительного комплекса принимали

телеметрическую информацию и проводили траекторные измерения. Полученные данные обрабатывались в Координационно-вычислительном центре с целью контроля состояния бортовых систем и фактической траектории полета.

25 февраля космическая ракета станции «Луна-20» приблизилась к Земле со второй космической скоростью. В расчетное время произошло отделение возвращаемого аппарата от космической ракеты. После этого слежение за полетом возвращаемого аппарата до посадки на Землю осуществлялось наземными радиолокационными средствами.

При входе возвращаемого аппарата в плотные слои земной атмосферы началось аэродинамическое торможение. На его заключительном участке была введена в действие парашютная система, и в 22 часа 12 минут по московскому времени возвращаемый аппарат с большой точностью совершил посадку в расчетном районе в 40 километрах северо-западнее города Джезказгана Казахской ССР.

Поисковая служба, несмотря на исключительно неблагоприятные метеорологические условия: сильный ветер, метель и низкую облачность, обеспечила эвакуацию возвращаемого аппарата.

Все этапы сложного космического эксперимента — полет станции к Луне и по селеноцентрической орбите, мягкая посадка на поверхность, забор грунта, старт с Луны и возвращение на Землю — прошли в полном соответствии с программой.

Образцы лунного грунта, доставленные автоматическим аппаратом из материковой части Луны, будут переданы Академии наук СССР для научных исследований. Изучение и анализ пробы грунта из нового района Луны дадут данные для расширения знаний о природе и эволюции Луны.

Полет советской станции «Луна-20» еще раз продемонстрировал широкие возможности исследований Луны и планет с помощью автоматических аппаратов и вписал яркую страницу в историю мировой космонавтики.

(Сообщение ТАСС)

Десять с половиной месяцев—с 17 ноября 1970 г. по 4 октября 1971 г.— в Море Дождей работала самоходная автоматическая лаборатория «Луноход-1». За это время детально обследовано 80 000 м² лунной поверхности, более чем в 500 точках изучены физико-механические свойства грунта, в 25 точках проведен анализ его химического состава. Телевизионные системы лунохода передали на Землю свыше 200 панорам и 20 000 снимков поверхности Селены. Посланные с Земли световые импульсы отразились от лазерного отражателя «Лунохода-1» и, вернувшись обратно, позволили с высокой точностью измерить расстояние между нашей планетой и ее естественным спутником. В конце работы луноход поставили в такое положение, при котором отражатель, направленный на Землю, обеспечит многолетнюю лазерную локацию. Рентгеновский телескоп самоходного аппарата исследовал глубины Вселенной. Длительный рейс «Лунохода-1» — это подлинный триумф науки и техники.

К. П. ФЛОРЕНСКИЙ
кандидат геолого-минералогических наук

«Луноход-1»—о поверхности Луны

Самоходный аппарат «Луноход-1» предназначался для комплексного геоморфологического и геологического изучения лунного ландшафта. Он передавал исходные данные по топографии, физико-механическим и химическим свойствам поверхности Луны. Очень детально были изучены отдельные формы рельефа, находящиеся на значительном расстоянии друг от друга по трассе движения лунохода, а также участки, раскрывающие историю развития Луны, подобно тому как это делают геологи на Земле, тщательно изучая обнажения горных пород, хранящих летопись событий, или прослеживая формы поверхности.

Для первого эксперимента был выбран спокойный, слабо всхолмленный район Моря Дождей, без каких-либо характерных форм рельефа, которые отметил бы земной наблюдатель в телескоп.

Как теперь стало известно, эта часть поверхности Луны сложена обширными излияниями лав основного (базальтового) состава, которые произошли 3—3,5 млрд. лет тому назад, когда массовые лавовые излияния на Луне формировали поверхность так называемых лунных «морей».

Механизм древних излияний лавы вызывает до сих пор споры. Сторонники «метеоритной» гипотезы считают, что круглое, окруженное кольцом гор Море Дождей образовалось после падения на Луну большого астероида, пробившего лунную кору.

Сторонники «вулканической» теории пытаются объяснить его происхождение внутренними процессами развития Луны.

После этого излияния (или целого цикла их) лава подвергалась непрерывной метеоритной бомбардировке, дробившей поверхность и образовавшей громадное количество ударно-взрывных кратеров разных размеров. Изучая строение кратеров и выбросов, можно представить себе историю их развития и разрез лунных пород на значительную глубину.

Поток метеоритов, дробящих незащищенную атмосферой поверхность Луны, содержит частицы всех размеров — от микрометеоритов до астероидов. Замечено, что количество частиц возрастает с уменьшением их размеров, грубо говоря, обратно пропорционально массе или кубу диаметра частицы. Чем ближе к поверхности находится слой породы, тем интенсивнее он дробится и подвергается многократному перемешиванию. Многочисленные испытания физико-механических свойств лунного грунта и усредненные химические анализы показали, что реголит Моря Дождей очень похож на реголит других лунных морей, которые изучали селенологи. Так подтверждается единый процесс формирования реголита. На более ровных участках и на глубине реголит уплотняется, здесь глубина следа лунохода не превышает 2—3 см. На валах свежих кратеров реголит лежит более рыхло.

По характеру кратерных выбросов удается установить мощность верхнего слоя грунта, которая колеблется от 1—3 м на сравнительно ровных участках и до десятков метров — на валах более крупных кратеров.

Впервые удалось собрать большой статистический материал по распределению мелких кратеров, диаметром от 10—15 см до 30—40 м. Луноход исследовал строение отдельных крупных кратеров, диаметр которых достигал 400 м. По внешнему виду или случайному расположению этих кратеров на поверхности можно достаточно определенно утверждать, что подавляющее их число имеет ударно-взрывное происхождение и по своему строению они соответствуют взрывным воронкам.

Число и размеры вновь возникающих кратеров хорошо согласуются с характером распределения метеорных тел. Однако можно доказать, что возникающие молодые кратеры с выраженной структурой вала и четким очертанием крутых бортов не остаются неизменными. Внешние воздействия сглаживают их контуры, кратеры постепенно стареют, выравниваются и теряют четкость. Устанавливается определенное равновесие между возникающими и «умирающими» кратерами, со временем это равновесие сдвигается в сторону кратеров больших размеров. По соотношению числа кратеров, разделенных на классы с разной степенью разрушенности (четкости) можно установить их относительное время жизни, а по равновесному размеру (при котором еще выдерживается примерное равенство скорости новообразования и разрушения кратеров) — общий относительный возраст изучаемого участка поверхности Луны.

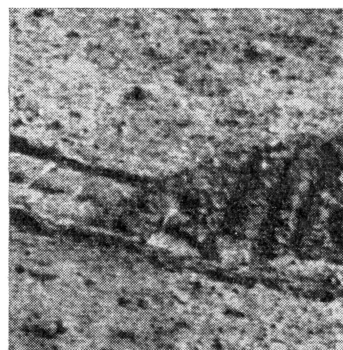
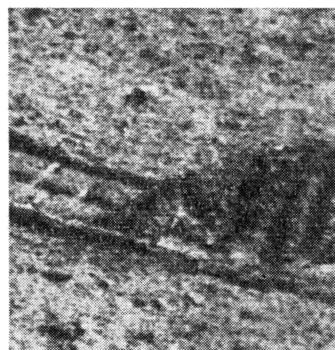
Возникающий взрывной кратер вскрывает слой реголита целиком, если его глубина больше, чем мощность рыхлого слоя. В кратерных выбросах, прежде всего на валу, появляются остатки нижележащих скальных пород. До 90% всех камней на поверхности Луны удастся связать с выбросами из конкретных кратеров и лишь около 10% их рассыпаны беспорядочно.



Две фотографии, создающие стереоскопическое изображение камней и мелких кратеров на валу крупного, свежего кратера диаметром 400 м. Высота камня на переднем плане 10 см



Стереопара, показывающая вал и противоположный борт кратера диаметром около 400 м. Высота камня на переднем плане 5—10 см



Стереопара, запечатлевшая след лунохода в месте его разворота. При развороте верхняя часть грунта сдвинулась и образовала насыпь высотой около 15 см. Ширина следа 20 см

Известно, что горные породы часто раскалываются на обломки, напоминающие правильные геометрические фигуры, присущие определенному типу породы. Фигуры эти называются отдельностями. Форма отдельности дает представление о типе породы. Таким образом, изучая камни, выброшенные из кратера, можно установить не только глубину залегания, но и многообразие типов подстилающих пород. Например, в одном из кратеров глубиной около 50—70 м были обнаружены различные продукты разрушения. Анализ позволяет утверждать, что здесь скальные породы имеют слоистое строение, а толщина слоев измеряется десятками метров. Слоистость лунных пород в поверхностных слоях отмечена впервые на панорамах, переданных «Луной-9», а слоистость скальных пород впервые установлена по материалам «Лунохода-1» (она подтверждена и работами экипажа «Аполлона-15»).

В. В. ГРОМОВ
А. К. ЛЕОНОВИЧ
 кандидат технических наук
В. В. ШВАРЕВ
 кандидат технических наук

Лунный грунт

по данным

«Лунохода-1»

Выброшенные на поверхность камни видоизменяются. Со временем сглаживаются их очертания, они округляются (одновременно увеличивается микрошероховатость поверхности). Камни уменьшаются в размерах, теряют механическую прочность, дробятся и разрушаются. Интересно было наблюдать, как они раскалывались под колесами лунохода. Характер поверхности камней, их форма и равновесный размер также служат мерой относительного возраста кратера.

У свежих кратеров большое количество камней, у старых — значительно меньше. Стало быть, жизнь камней на поверхности Луны более короткая, чем жизнь кратеров, из которых они выброшены. Поэтому изучение распределения камней и их формы позволяет составить шкалу относительного возраста поверхности.

Иногда встречаются кратеры необычного типа, которые явно не могут пробить весь слой реголита, но

все же заполнены каменными осколками. Характер распределения осколков камней здесь иной, чем при высокоскоростном ударе со взрывом. Видимо, энергия удара была низкой. Несомненно, это — кратеры особого, вторичного типа. Они образовались при падении каменного материала с относительно малой скоростью, вероятно, в результате взрыва в первичном кратере. У кратеров вторичного типа камни имеют вид осколков упавшего тела, а не выбросов нижележащих твердых пород.

Полная обработка материалов, полученных «Луноходом-1», еще далека от завершения, но уже сейчас удалось значительно расширить наши понятия о строении и развитии поверхности Луны. Следует особенно обратить внимание на продуктивность примененного комплексного геолого-морфологического подхода к изучению динамики лунной поверхности, ее топографических, физико-механических и химических свойств.

В число основных экспериментов, выполненных на «Луноходе-1», входили обстоятельные исследования физико-механических свойств лунного грунта.

Эти исследования проводились комплексно несколькими методами. Главный из них — метод пенетрации, успешно освоенный в первом прямом грунтовым эксперименте на Луне, когда на поверхность нашего естественного спутника мягко опустилась станция «Луна-13». В дальнейшем метод пенетрации был усовершенствован. На «Луноходе-1» установили специальный прибор ПРОП (прибор для определения проходимости)*. Под

его рабочей частью моделировался процесс взаимодействия колеса с грунтом, когда одновременно действуют и вертикальная нагрузка и сдвигающие усилия колеса. Это достигалось погружением конусно-лопастного штампа и поворотом его в лунном грунте. Штамп опускался через каждые 15—30 м пути лунохода и более учащенно — на интересных геолого-морфологических участках. За время экспедиции «Лунохода-1» прибором ПРОП выполнено свыше 500 измерений грунта: непрерывное измерение вертикального перемещения, усилия вдавливания в грунт, угла поворота штампа и вращающего момента.

ПРОП позволял в одной точке одновременно определять параметры несущей способности и уплотняемости грунта, а также его сопротивление сдвигу.

* В. В. Громов, А. К. Леонович, В. В. Шварев. «Луноход-1» на Земле и Луне. «Земля и Вселенная», № 3, 1971 г.

В качестве параметра несущей способности принималось значение удельного давления на штамп при глубине внедрения в грунт, равной высоте штампа. Несущая способность лунного грунта колебалась от 0,2 до 1,0 кг/см².

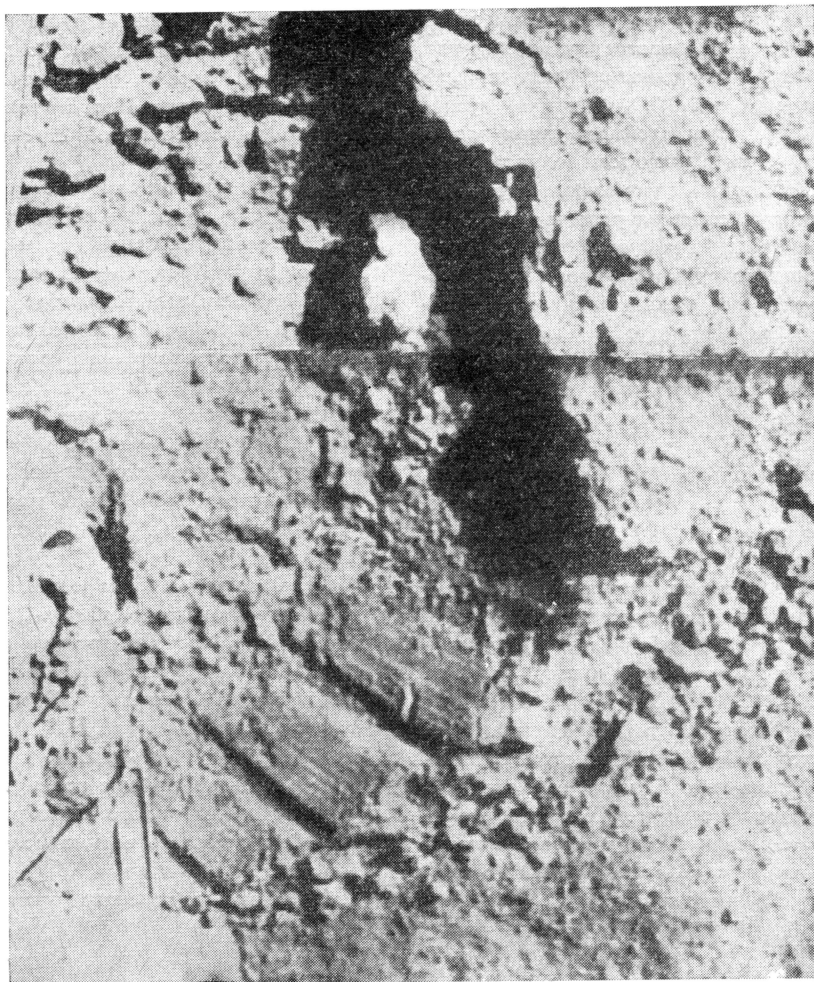
Сопротивление вращательному срезу определялось как отношение максимального вращающего момента на штампе к статическому моменту поверхностей среза. Статический момент выводился из геометрических размеров штампа. Сопротивление вращательному срезу отождествляется с удельным сцеплением грунта. Прибор давал несколько завышенную величину удельного сцепления (по сравнению с непосредственными сдвиговыми испытаниями). Сопротивление вращательному срезу в местах измерений составляло 0,02—0,09 кг/см².

Анализ статистического распределения значений несущей способности грунта на одном из участков трассы «Лунохода-1» показал, что структура грунта характеризуется значительной неоднородностью. Наиболее часто повторяется значение несущей способности 0,34 кг/см². Случалось, что штамп попадал на камни и их россыпи или проникал в плотные слои. Тогда наибольшую повторяемость имели значения несущей способности 0,5—0,9 кг/см².

Значение сопротивления вращательному срезу в 0,048 кг/см² встречается чаще всего.

Сравнение полученных данных с результатами исследований образца лунного грунта, доставленного автоматической станцией «Луна-16», позволяет утверждать, что грунт по трассе движения «Лунохода-1» рыхлый, с объемным весом в естественном залегании 1,5—1,7 г/см³. У образца лунного грунта, доставленного из Моря Изобилия, плотность такая же, а сцепление составляет 0,04—0,05 кг/см². Эта величина весьма близка к результатам измерений на «Луноходе-1».

Зависимость между нагрузкой на штампе и глубиной его внедрения в грунт обычно монотонна. Стало быть, грунт однороден, по крайней мере



След от колеса лунохода

до глубины внедрения штампа (50—100 мм).

Если штамп погружался в одну точку неоднократно, то значения несущей способности грунта и его сопротивления вращательному срезу увеличивались в несколько раз. Такая особенность показаний прибора проявилась и при исследовании грунта, доставленного «Луной-16».

Для исследования механических характеристик грунта на некоторой глубине, превышающей вертикальный ход штампа, луноход неоднократно разворачивали на месте. В результа-

те такого маневра удалялся верхний слой грунта толщиной 80—100 мм. Как правило, у грунта на глубине механические свойства оказываются более высокими: несущая способность 1 кг/см², сопротивление вращательному срезу 0,06 кг/см².

Исследования механических свойств грунта проводились также непрерывным измерением параметров взаимодействия ходовой части шасси лунохода с грунтом во время движения. Такой метод позволил провести приближенную оценку механических свойств лунного грунта по всей трас-

се и сравнить их с механическими свойствами аналогов лунного грунта, а также, с данными, полученными прибором ПРОП.

Параметры взаимодействия ходовой части с грунтом определялись комплектом специальных датчиков, которые сигнализировали о крутящих моментах на ведущих колесах, скоростях их вращения, угле наклона поверхности движения. Буксование ведущих колес и пройденный путь фиксировались свободнокатящимся девятым колесом лунохода.

Коэффициент буксования ведущих колес на горизонтальных участках изменялся от 0 до 15%: сказывались неровности и неоднородности грунта. На склонах кратеров коэффициент увеличивался до 20—30%.

Коэффициент сопротивления движению лунохода составлял 0,15—0,25, а удельная свободная тяга (отношение тягового усилия к весу) достигла 0,2—0,41.

Луноход уверенно двигался по склонам до 30°. Параметры взаимодействия ходовой части «Лунохода-1» с грунтом оказались весьма близкими к значениям, полученным при испытаниях самоходного шасси на аналогах лунного грунта.

Механические свойства грунта изучались и по фотопанорамам. По глубине колеи, характеру деформации грунта под колесами оценивались структура и особенности строения лунного грунта.

На фотопанорамах видна мелкозернистая структура верхнего слоя грунта. Размеры основной массы зерен значительно меньше разрешающей способности телефотометра.

Грунт, деформированный колесами лунохода, приобретал более светлую окраску по сравнению с окружающей поверхностью, он уплотнялся и как бы выпирал в стороны, создавая крутые неосыпающиеся стенки. Все это свидетельствует о том, что в грунте действовали заметные силы сцепления.

Девятое мерное колесо оставляло за собой четкий след глубиной 0,5—1,0 см. Оно в основном только уплотняло грунт. Значит, самый верхний слой грунта — пылевидный, легко деформируемый материал.

Несущая способность этого слоя рассчитывалась по глубине колеи, нагрузке на девятое колесо и его размерам. Она оказалась весьма малой, 0,02—0,03 кг/см².

Глубина колеи и характер кривых

внедрения конусно-лопастного штампа дали возможность оценить глубину мелкозернистого слоя грунта по трассе лунохода. Во время прямолинейного движения глубина колеи изменялась от 1 до 5 см, на крутых подъемах из-за буксования лунохода глубина колеи увеличивалась. Особенно сильное разрушение грунта происходило при повороте лунохода — глубина колеи достигала 10 см. У различных морфологических образований — различного характера деформации грунта под колесами. Так, на валу кратера глубина колеи заметно больше.

На ходу лунохода оценивалась также прочность некоторых камней и выступающих на поверхность отдельных образований. Встречались достаточно прочные камни, видимо, обломки коренных монолитных пород, а также камнеподобные комки — образования с рыхлой структурой. Последние внешне мало отличались от камней, но под действием относительно небольшого усилия легко рассыпались.

Автоматическая самоходная лаборатория «Луноход-1» передала советским ученым интересные сведения о лунном грунте.

И. П. ТИНДО

кандидат физико-математических наук

Рентгеновский

телескоп

на Луне

Одним из первых астрофизических опытов, предпринятых автоматической лабораторией «Луноход-1», стал эксперимент по исследованию рентгеновского излучения, приходящего из глубин Вселенной.

Известно, что космическое рентгеновское излучение полностью поглощается высоко в атмосфере и не доходит до поверхности Земли. Даже наиболее «жесткое» коротковолновое излучение, возникающее при мощных вспышках на Солнце или приходящее из Галактики и Метагалактики, от Сверхновых, квазаров и других космических объектов, проникает в атмосферу лишь до высоты 40—50 км. Этой высоты с трудом достигают

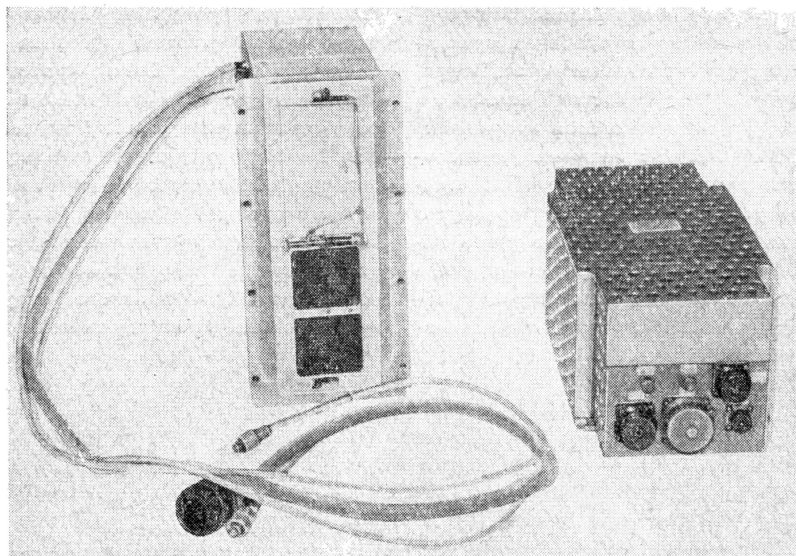
аэростаты, несущие научную аппаратуру. Большая же часть наших сведений о космическом рентгеновском излучении получена при запусках высотных ракет, которые на несколько минут выносят приборы за пределы поглощающих слоев атмосферы. Используя ракетную технику, ученые за последние девять лет обнаружили и изучили больше 50 наиболее ярких рентгеновских источников, находящихся в пределах нашей Галактики, и несколько внегалактических источников*.

* Е. К. Шеффер. Вселенная в рентгеновских лучах. «Земля и Вселенная», № 6, 1970 г.

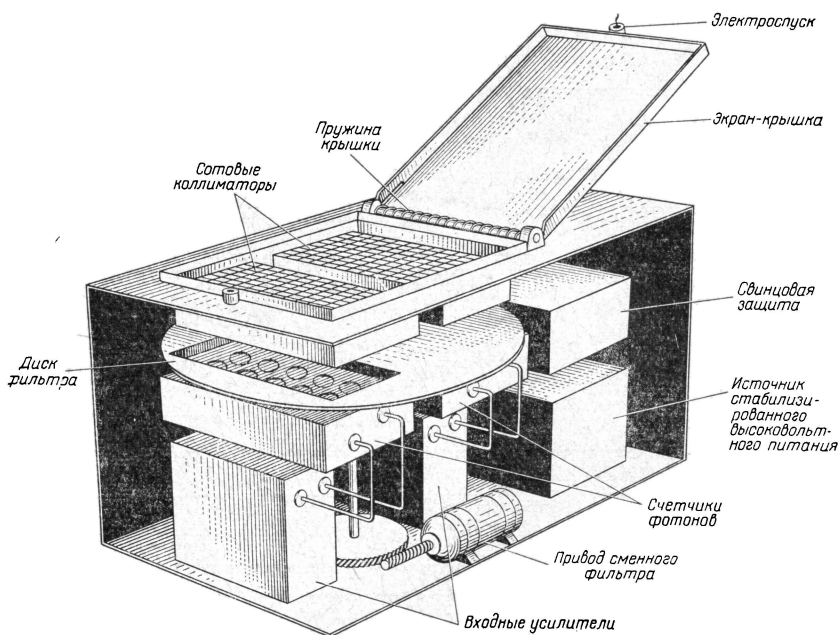
Поток от наиболее яркого для нас (после Солнца) рентгеновского источника Sco X-1 составляет около $20 \text{ фотон} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$ в диапазоне $1 \div 10 \text{ кэВ}$. Рекордная чувствительность современных приборов позволяет обнаружить источники в 10^4 раз менее интенсивные. Напомним, что в действительности речь идет о далеких от нас, даже по космическим масштабам, необычайно мощных рентгеновских «генераторах», полный поток от которых не укладывается в рамки привычных представлений. Даже самый слабый из исследованных космических рентгеновских источников в миллиарды раз ярче Солнца — обычной звезды, которая кажется нам столь яркой лишь из-за исключительной близости к Земле.

Дальнейший прогресс рентгеновской астрономии будет в значительной степени связан с проведением экспериментов на спутниках, с увеличением времени наблюдения до многих дней и месяцев. Это значительно повысит чувствительность измерений, и можно будет надеяться обнаружить (в соответствии с имеющимися оценками) сотни новых далеких источников, поток от которых меньше порога чувствительности ракетных приборов. Появится также возможность изучить временную эволюцию источников. Так, например, анализ телеметрических записей, полученных в первые месяцы работы астрономического спутника «Ухури» (США), уже выявил около десятка ранее не известных рентгеновских источников, по-видимому, галактического происхождения. Еще более важным результатом стало открытие в этом эксперименте рентгеновского излучения от внегалактических объектов — сейфертовских галактик NGC 4151 и NGC 1275, а также нового источника в центре Галактики.

Однако и эксперименты на искусственных спутниках Земли не свободны от ограничений. Чувствительным измерениям здесь мешают интенсивные потоки частиц радиационных поясов, флуктуации которых маскируют слабые сигналы, приходящие от далеких объектов. Длительное точное наведение научных приборов спутника на заданный небесный объект тре-



Рентгеновский телескоп «Лунохода-1». Слева — блок датчиков. Видны два коллиматора «сотового» типа и экран-крышка в открытом положении (сверху). В правой части фотографии — блок электроники



Схематическое устройство блока датчиков рентгеновского телескопа

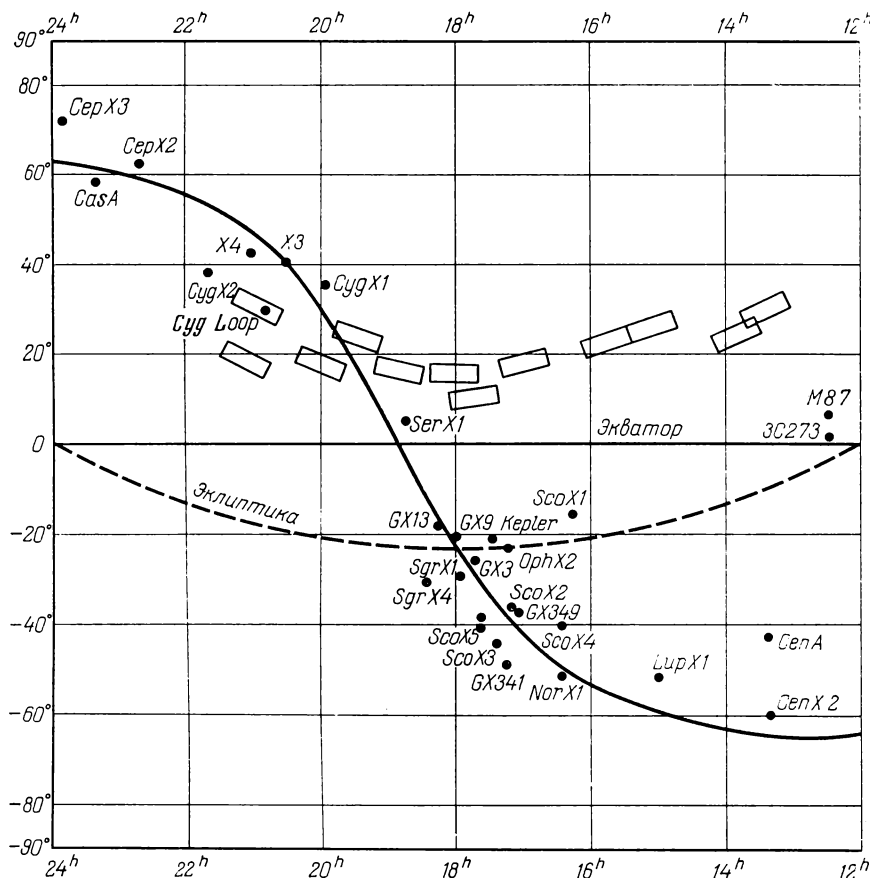
бует применения сложных систем ориентации и стабилизации. Эта трудность оказывается особенно существенной при исследовании слабых дискретных рентгеновских источников и структуры «фонов» излучения.

Обнаружение в различных диапазонах спектра фоновых излучений, приходящих из космоса с примерно равной интенсивностью по всем направлениям, можно отнести к числу наиболее выдающихся открытий последних лет. Поток фоновых излуче-

ния в рентгеновском диапазоне составляет за пределами атмосферы лишь около десятка фотонов на $1 \text{ см}^2/\text{сек} \cdot \text{стерад}$. Спектр фонового излучения простирается далеко в сторону длинных волн, захватывая также области видимого света, инфракрасных и субмиллиметровых лучей и даже радиоволн. До сих пор еще не создана общепринятая теория, объясняющая все наблюдаемые особенности «жесткого» фонового излучения в рамках существующих пред-

ставлений о характере процессов, происходящих во Вселенной. Высказывались, например, предположения о том, что загадочный рентгеновский «фон» может иметь галактическое или даже «околоземное» происхождение. Другими словами, необходимо было проверить, не возникает ли регистрируемое излучение при взаимодействии галактических релятивистских электронов с межзвездной средой или же при бомбардировке верхней атмосферы Земли электронами радиационных поясов. Тщательные измерения показали, что интенсивность фона практически не возрастает вблизи галактической плоскости. По-видимому, это доказывает, что во всяком случае часть излучения возникает за пределами Галактики. Указанием на «внеземное» происхождение фона стал «чистый» эксперимент, проведенный вне радиационных поясов при полете по окололунной орбите станции «Луна-12». Но необходимо убедиться, действительно ли фон совершенно изотропен, диффузен и приходит к нам из межгалактического пространства. Более вероятно, что диффузный фон возникает за счет комптоновского рассеяния фотонов реликтового субмиллиметрового излучения на электронах космических лучей. Возможно также противоположное предположение о том, что «фон» состоит из множества далеких источников. При наблюдении рентгеновским телескопом с ограниченной разрешающей способностью по угловым координатам эти источники сольются практически в «сплошное» свечение. Попытка исследовать пространственную структуру фона, наряду с поиском новых слабых дискретных источников, была предпринята на «Луноходе-1».

Блок датчиков телескопа, расположенный снаружи лунохода, мало похож на своих оптических собратьев, снабженных зеркальными или линзовыми объективами. Два коллиматора выделяют на небесной сфере узкое поле зрения диаметром $3^\circ 3'$. Конструктивно коллиматоры напоминают пчелиные соты: они собраны из тонких, параллельно расположенных трубочек, за которыми размещены приемники излучения — двухсекцион-



Участки небесной сферы, исследованные рентгеновским телескопом «Лунохода-1» (экваториальная проекция). Сплошная линия — проекция плоскости Галактики, прямоугольники — участки, в которых производились измерения. Точками отмечены известные рентгеновские источники. Они названы по созвездиям, в которых расположены, с добавлением индексов X или XR (от X-rays — рентгеновские лучи) и порядкового номера, если имеется несколько источников, например, в Скорпионе ScoX-1, ScoX-2 (Cen — Центавр, Cas — Кассиопея, Cyg — Лебедь и т. д.). Галактики обозначены номерами, под которыми они приведены в соответствующих каталогах

ные пропорциональные счетчики фотонов, чувствительные к излучению с длиной волны в несколько ангстрем. Для снижения уровня помех от космических лучей радиоэлектронная схема антисовпадений «отбрасывает» импульсы, одновременно возникающие в обеих секциях «двухэтажного» счетчика при пролете проникающей частицы. Прибор не регистрирует также большую часть одиночных импульсов, вызванных проникающим излучением, так как их амплитуда выходит за пределы заданного диапазона. Для контроля числа импульсов от проникающей радиации, избежавших действия схем антисовпадения и дискриминации по амплитуде, телескоп снабжен поворотным экраном-крышкой и сменным фильтром, поглощающим рентгеновские лучи. Фильтр и экран-крышка устанавливаются в заданное положение по команде с Земли. Регистрирующий электронный блок телескопа имеет автономное запоминающее устройство и высокоточное временное устройство, автоматически задающее программу измерений.

Блок датчиков телескопа укреплен на луноходе неподвижно, таким образом, что поля зрения его коллиматоров направлены точно в зенит, когда самоходный аппарат находится на строго горизонтальной площадке. Используя данные о селенографических координатах лунохода, можно рассчитать, какой участок небесной сферы «видит» в данный момент телескоп. В действительности положение

осложнялось тем, что, двигаясь по довольно пересеченному ландшафту, луноход обычно приобретал заметные крен и дифферент, отклоняющие ось телескопа. Крен и дифферент постоянно измерялись бортовыми приборами. Поэтому удалось ввести соответствующие поправки и точно «привязаться» к небесной сфере в реальных условиях движения по лунной поверхности.

Основная работа телескопа — счет импульсов — проводилась во время лунных дней при длительных остановках лунохода. В эти периоды, благодаря вращению Луны вокруг своей оси, поле зрения счетчиков телескопа медленно, со скоростью $0^{\circ},5$ в час, перемещается по небосводу, как бы «разворачивая» наблюдаемую картину, подобно строке электронного луча в телевизоре. Малая скорость сканирования позволяет при данном размере счетчика обеспечить весьма высокую чувствительность, которой трудно достичь на искусственных спутниках Земли. В течение 18 часов ежесуточных измерений телескоп «осматривает» полосу неба шириной 3° и длиной около 9° .

За многомесячный период работы накоплен материал наблюдений, охватывающий более сотни участков неба, который в настоящее время обрабатывается.

Первый рентгеновский эксперимент на Луне подтвердил правильность основных решений, принятых при создании прибора. Счетчики и электроника телескопа устойчиво работали

более девяти месяцев пребывания на Луне — намного дольше запланированного срока. За время работы зарегистрировано несколько значительных возрастаний скорости счета, а также ее небольшие флуктуации. Случаи возрастаний анализируются, и ученые предполагают выявить новые дискретные космические источники. Если бы удалось установить, что зарегистрированная величина флуктуаций выходит за пределы ошибок аппаратуры, это стало бы серьезным доводом в пользу дискретной структуры «фона». В этом случае можно попытаться связать наблюдаемые особенности со статистическими свойствами распределений известных типов внегалактических объектов, изученных в последние годы. К их числу относятся квазары, радиогалактики, сейфертовские галактики и другие объекты. Подобное сопоставление принципиально возможно, так как уже сейчас астрономы в состоянии примерно предсказать, сколько в среднем тех или иных источников можно ожидать в заданном участке неба, попадающем в пределы поля зрения телескопа.

За время первого рентгеновского эксперимента на Луне накоплен уникальный опыт, необходимый для конструирования более совершенных и чувствительных инструментов. Широкие перспективы здесь открывает, в частности, разработка «зеркальной» рентгеновской оптики и использование активных систем ориентации телескопа.

Ж. ЮССОН

Лазерный эксперимент на «Луноходе-1»

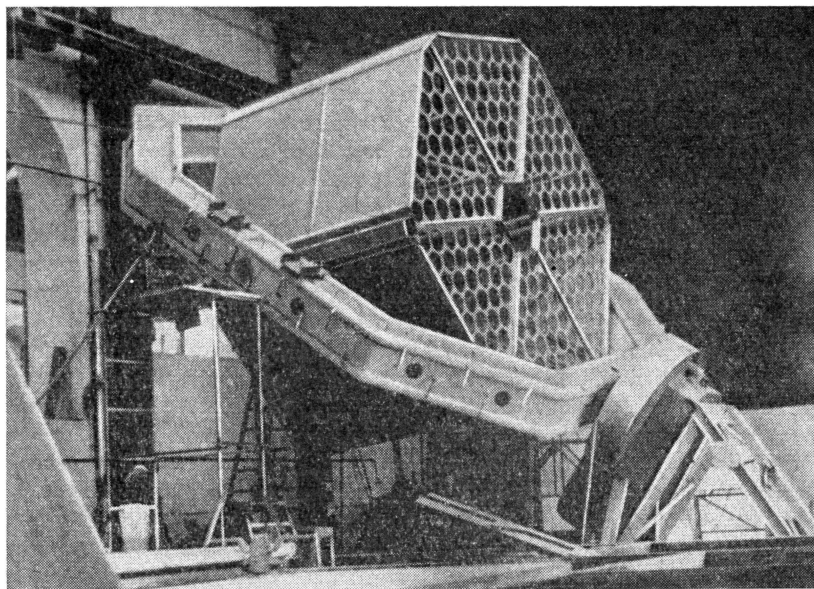
Первые попытки определить расстояние между искусственным спутником и Землей предпринимались в 1965 г. во Франции, после запуска американского спутника «Бокон Б».

В феврале 1967 г. на орбиту были выведены два французских спутника «Диадема-1 и -2», каждый из которых нес 144 лазерных отражателя. Рас-

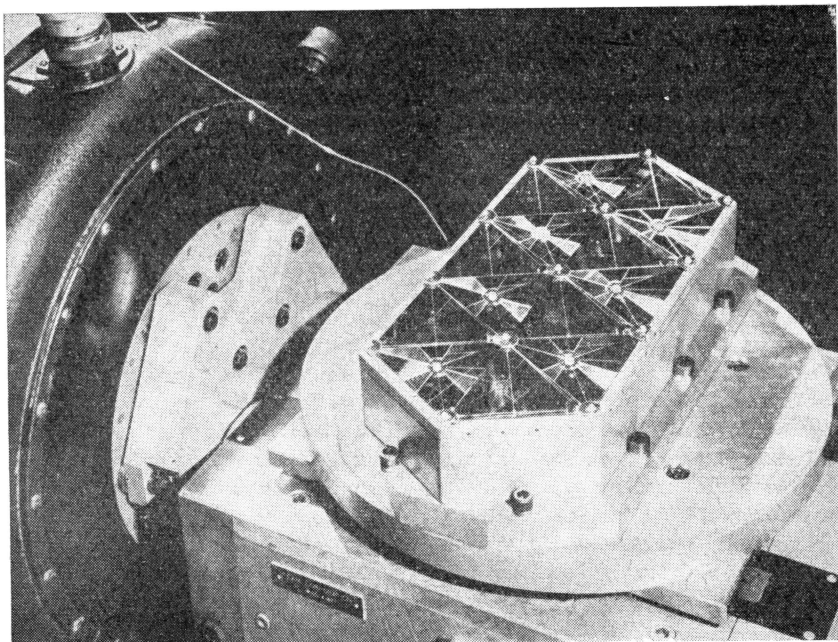
стояние от Земли до спутника удалось измерить с точностью до 1,5 м. После этого стало ясно, что лазер позволит выяснить расстояние от Земли до Луны с точностью до 1 м.

В 1968 г. ученые Физического института АН СССР предложили французским инженерам создать отражатель, который можно было бы установить на поверхности Луны. Французские специалисты приняли предложение и решили использовать опыт,

Сокращенный перевод с французского М. Д. Заколупиной.



Французская установка для световой локации Луны (обсерватория Пик-дю-Миди)



Лазерный отражатель «Лунохода-1» на испытательном стенде

полученный при проектировании рефлекторов для спутников «Диадема». В октябре 1968 г. в Париже советские ученые отметили, что выполняемые работы вполне отвечают техническим требованиям проекта. В июле 1969 г. два отражателя для световой локации Луны уже находились в Москве, а в ноябре 1970 г. автоматическая станция «Луна-17» доставила на поверхность Луны самоходную лабораторию «Луноход-1», на которой в числе другого научного оборудования установили и французский рефлектор. 6 декабря астрономы обсерватории Пик-дю-Миди и Крымской обсерватории приняли первые световые импульсы, отраженные от рефлектора.

Напомним принцип лазерной локации. Лазер посылает к Луне миллиард импульсов в секунду. Рефлектор отражает их на Землю. Фиксируя время возвращения отраженного сигнала, можно с высокой точностью определить расстояние между двумя точками — на поверхности Земли (излучатель) и на поверхности Луны (отражатель). 6 декабря 1970 г. обсерватория Пик-дю-Миди в 19 часов по Всемирному времени послала импульсы на отражатель «Лунохода-1» и через 2,4 354 567 секунды они вернулись. Следовательно, расстояние между обсерваторией Пик-дю-Миди и отражателем лунохода составляло в этот момент времени:

$$D = \frac{299\,792,5 \times 2,4\,354\,567}{2} = 365\,065,8 \text{ км}$$

Трудность осуществления эксперимента обусловлена тем, что на Земле приходится фиксировать отраженный сигнал ничтожной энергии. Например, обсерватория Пик-дю-Миди послала импульс энергией 10^{19} фотонов, а энергия принятого отраженного сигнала составила всего лишь 3 фотона.

Как устроен лазерный отражатель? Французский лазерный отражатель длиной 44 и шириной 19 см весит 3,7 кг. Он состоит из 14 трехгранных призм, выполненных из плавленого кварца*. Стенки каждой призмы по-

* К. Е. Сперанский. Лазерный отражатель на «Луноходе-1». «Земля и Вселенная», № 3, 1971 г. (Прим. ред.)

крыты тонким слоем серебра, который предохраняется слоем напыленного кварца.

От соблюдения точности геометрических параметров призм во многом зависит успех локации. Призма с высокой отражательной способностью пошлет луч на Землю по тому же направлению, по которому он пришел к Луне, да и сам отраженный сигнал можно будет выделить на неизбежном фоне помех. Чтобы удовлетворить этим условиям, поверхность призм отшлифовали с точностью до 0,07 мкм.

Отражатель сконструирован и выполнен фирмой «Аэропассьяль» при содействии ряда других французских

организаций. Его испытывали в термобарокамере в условиях высокого вакуума и при колебаниях температуры около 150°. Оптические призмы сохранили свои качества, необходимые для долговременной стабильной работы.

Специальные исследования показали, что отражатель на луноходе должен быть ориентирован на Землю с точностью до 10°.

Лазерную локацию проводили в лунные ночи, когда коэффициент полезного действия установки равнялся 0,6. Для сравнения укажем, что наименьшее значение коэффициента полезного действия (0,03) наблюдается, когда Солнце стоит в зените. Но и

при самых благоприятных условиях из 100 посланных сигналов можно принять не больше 18.

В будущем лазерная локация поможет решить многие важные задачи: уточнить характеристики системы Земля — Луна, уяснить некоторые вопросы небесной механики и космической геодезии. Локационные измерения позволят внести ясность в такую сложную проблему, как дрейф континентов. Метод лазерной локации станет основным в изучении движения земных полюсов.

Лазерная техника внесет значительный вклад в развитие космических исследований и небесной механики.

Полет космического корабля «Аполлон-15» (конец июля — начало августа 1971 г.) открыл новый этап программы «Аполлон».

Первая американская лунная экспедиция «Аполлон-11» в июле 1969 г. имела главной целью отработку техники и изучение возможности пребывания и работы космонавтов на Луне. Научные исследования представляли хотя и важную, но второстепенную задачу.

Затем начался второй этап, во время которого были запущены три космических корабля. Экспедиции на «Аполлоне-12 и -14» прошли успешно, а на «Аполлоне-13» случилась авария. Из-за взрыва пришлось отказаться от высадки на Луну, от каких бы то ни было научных исследований и срочно возвращаться на Землю. Программы этих полетов уделяли научным исследованиям Луны значительно больше внимания, чем раньше.

26 июля 1971 г. стартовал корабль «Аполлон-15» с космонавтами Дэви-

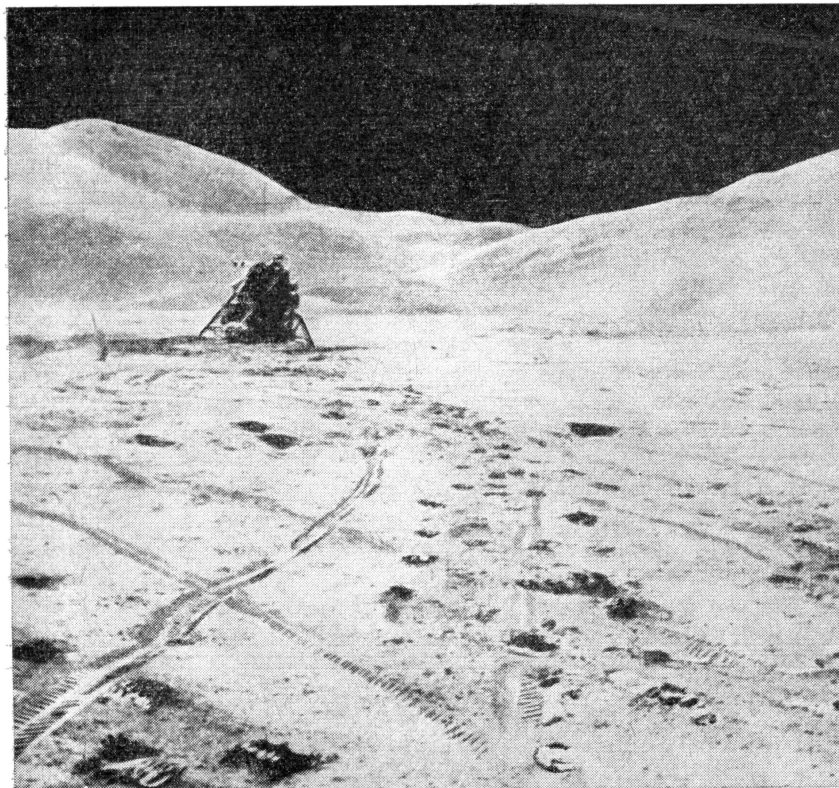
«Аполлон-15» исследует Луну

дом Скоттом, Альфредом Уорденом и Джеймсом Ирвином на борту. К Луне направилась первая экспедиция третьего этапа, который предусматривает еще два полета: корабля «Аполлон-16» в апреле 1972 г. и корабля «Аполлон-17» в декабре 1972 г.

Теперь уже корабли «Аполлон» весят на 2 т больше. В основном эти 2 т составляют дополнительное оборудование для научных исследований и дополнительные бортовые запасы кислорода, воды, пищи, электроэнергии и прочее. Так обеспечивается более длительное пребывание и на Луне, и

на селеноцентрической орбите, где проводятся научные исследования. Говоря о дополнительном оборудовании, следует в первую очередь упомянуть комплект приборов, которые предназначены для съемки и зондирования Луны с селеноцентрической орбиты, автоматический спутник, отделяющийся от корабля на этой орбите, а также луноход.

Комплект приборов на корабле «Аполлон-15» включал в себя панорамную, топографическую и звездную камеры, лазерный высотомер, альфа-, гамма- и рентгеновский спектрометры, а также масс-спектрометр. Панорамная камера, обеспечивающая с базовой селеноцентрической орбиты (круговая орбита высотой 110 км) разрешение 2 м, должна была отснять 6%, а топографическая камера (разрешение 20—30 м) — 16% поверхности Луны. Для привязки снимков топографической камеры к координатам служила звездная камера, включаемая одновременно с топографической и фотографирующая звезд-



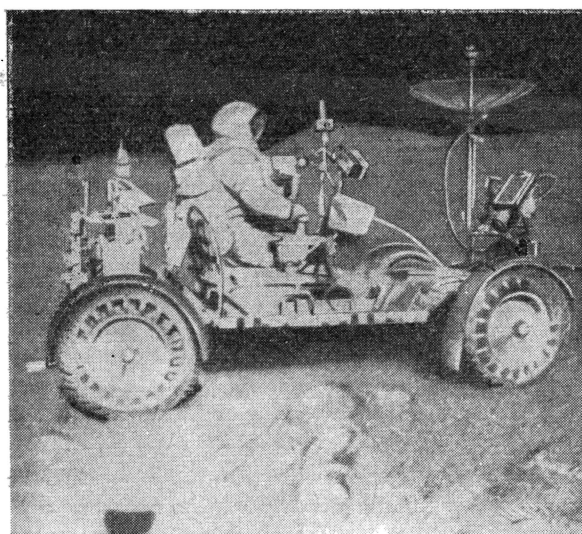
Лунная кабина «Аполлона-15» на поверхности Луны. Видны колеи лунохода

ные ориентиры. Высотную привязку снимков топографической камеры выполнял лазерный высотомер (с разрешением 2 м), который мог использоваться и для самостоятельных измерений. Гамма- и рентгеновский спектрометры предназначались для обнаружения различных элементов в породах, слагающих поверхность Луны; альфа-спектрометр — для обнаружения выхода радона, присущего вулканической активности. Масс-спектрометр служил для исследования состава лунной «атмосферы».

Сбрасываемый с корабля спутник Луны (весом 36 кг) оснащен магнитометром, детектором заряженных частиц и передатчиком. Спутник позволяет провести точное измерение возмущений его селеноцентрической орбиты и, следовательно, уточнить аномалии гравитационного поля Луны и местоположение масконов.

На луноходе установили телевизионную камеру, управляемую с Земли и питаемую энергией от батарей лунохода, так что камера могла работать после отлета космонавтов с Луны.

Увеличенные ресурсы позволили предусмотреть в программе полета пребывание на селеноцентрической



Луноход готов к отправлению



Фотографирование образцов лунного грунта (справа — гномон, на заднем плане — луноход)

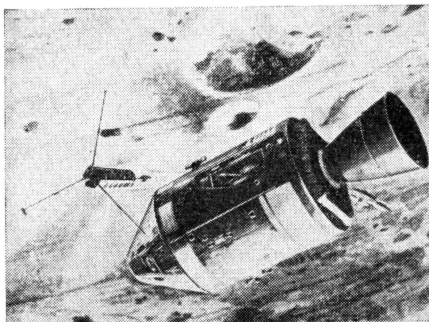
орбите до шести суток (в прежних полетах — не более 4 суток), а на Луне — почти до трех суток (раньше — менее полутора суток) с тремя выходами на поверхность Луны общей длительностью до 20 часов (против прежних 9 часов).

Во время выхода на поверхность Луны космонавты «Аполлона-15» должны были установить ряд приборов (в частности, сейсмометр), а два прибора для исследования тепловых потоков поместить в скважины глубиной 3 м. Предусматривалось бурение еще одной такой скважины для взятия керна длиной 2,7 м. Экипаж лунного отсека корабля «Аполлон-15» завершил создание на Луне системы из трех сейсмометров (предыдущие два установлены экспедициями «Аполло-на-12» и «Аполлона-14»).

Теперь появилась возможность определять триангуляционными измерениями не только координаты, но и глубину источников естественных сейсмических колебаний. Во время полета корабля «Аполлон-15», как и в предыдущих полетах, предусматривалось искусственное возбуждение сейсмических колебаний падением в определенных районах Луны последней ступени ракеты-носителя и использованной взлетной ступени лунного отсека корабля.

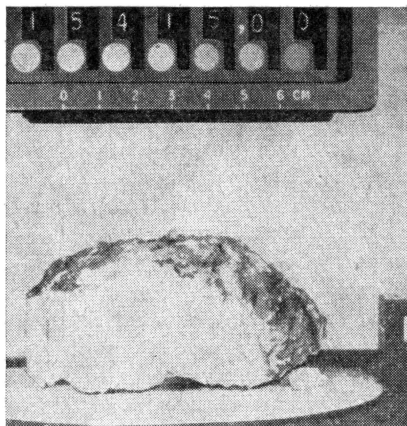
Такова обширная программа научных исследований экспедиции на корабле «Аполлон-15». Она в основном выполнена. Правда, не всегда хорошо работали научные приборы, лазерный высотомер почти сразу вышел из строя, отказала телевизионная камера на оставленном космонавтами луноходе, скважины для приборов удалось пробурить всего на 1,5 м (вместо 3 м). Были и другие более мелкие неполадки.

Космонавты корабля «Аполлон-15» доставили на Землю 77 кг образцов лунных пород, примерно вдвое больше, чем любая из предыдущих лунных экспедиций. Среди этих образ-



Запуск автоматического спутника на селеноцентрической орбите (рисунок)

цов камень рекордного веса — 10,5 кг и знаменитый «образец дня творения», который считают древнейшим из всех, доставленных на Землю. Определить его возраст весьма затруднительно, поскольку образец почти не содержит радиоактивных элементов. Исключительную ценность пред-



«Образец дня творения» — древнейший из всех камней Луны, доставленных на Землю

ставляет колонка грунта в 2,7 м, состоящая из 55 слоев. Исследования доставленных образцов продолжатся не один месяц, и пока рано предсказывать результаты.

Система из трех сейсмометров позволила обнаружить некоторые особенности распространения сейсмических волн на Луне. Эти особенности дают основание считать, что у Луны, как и у Земли, есть кора и мантия.

Приборы, измеряющие тепловые потоки в пробуренных скважинах, передали сведения, на основании которых было выдвинуто предположение о возможном присутствии в глубинах Луны расплавленных пород.

Лазерный высотомер позволил определить, что поверхность видимой стороны Луны лежит ниже среднего уровня, соответствующего лунному радиусу 1738 км, а на невидимой стороне — выше этого уровня. Гамма-спектрометр показал почти одинаковую радиоактивность различных областей Луны (за исключением нескольких «горячих мест»). Рентгеновский спектрометр обнаружил повышенное содержание алюминия, магния и кремния в материковых районах по сравнению с морскими. Масс-спектрометр зарегистрировал углекислый газ над невидимой стороной Луны при восходе Солнца. Альфа-спектрометр выхода радона не отметил.

Большой интерес представляет обнаруженная космонавтами слоистость склонов борозды Хэдли и Апеннинских гор. Слоистость центрального пика кратера Циолковский выявлена с селеноцентрической орбиты. С орбиты же космонавт Уорден наблюдал холмы, которые, по его мнению, состоят из пепла.

Все приведенные выше результаты — сугубо предварительные. Полная обработка материалов лунной экспедиции на «Аполлоне-15» потребует многих месяцев.

Д. Ю. ГОЛЬДОВСКИЙ

Р. РУФФИНИ
Дж. УИЛЕР

Знакомьтесь: ЧЕРНАЯ ДЫРА

Квезары, пульсары и нейтронные звезды появились на сцене современной физики совсем недавно. Не суждено ли черной дыре стать очередным персонажем? Если это случится, то трудно представить событие большего значения.

Черная дыра остается после того, как объект полностью закончит гравитационный коллапс*. При этом пространство — время искривлено столь сильно, что из черной дыры не может уйти ни один луч света, никакое вещество не может быть выброшено наружу. Всякий объект, падающий в черную дыру, утрачивает для внешнего наблюдателя свои индивидуальные свойства, сохраняя только массу, заряд и угловой момент. Черная дыра может образоваться из любого материала, но никто еще не придумал способа, как различить две черные дыры, если они обладают одинаковой массой, зарядом и угловым моментом. Эти три величины можно измерить по их влиянию на кеплеровы орбиты заряженных и незаряженных тел, обращающихся вокруг черной дыры.

Что может увидеть наблюдатель, изучая черную дыру? Оказывается, это в сильнейшей степени зависит от выбора места наблюдений. Предположим, наблюдатель решил следовать вместе с коллапсирующим веществом внутрь черной дыры. Тогда он станет свидетелем сжатия вещества

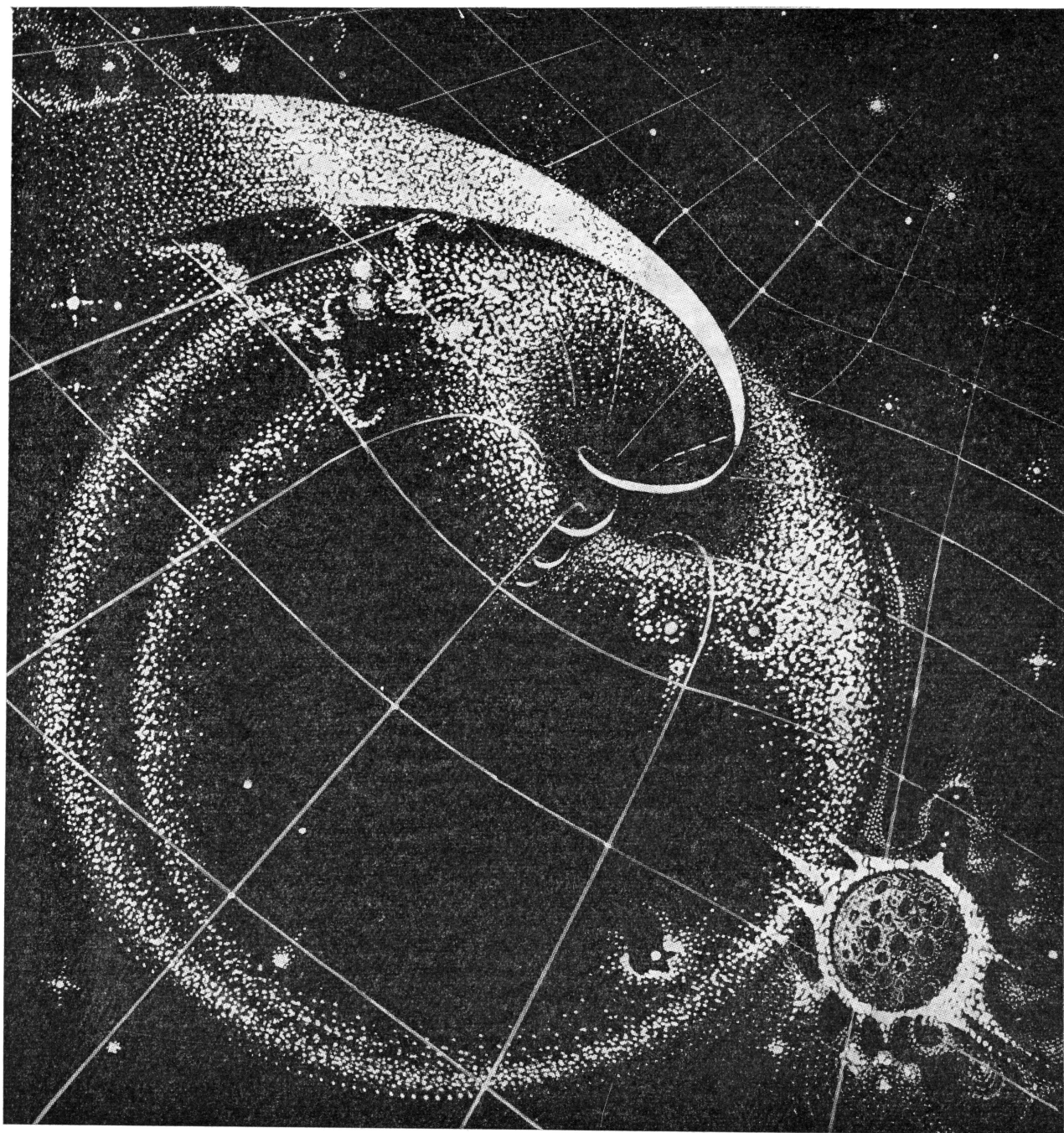
до бесконечно большой плотности и сам будет в конце концов разорван большими приливными силами. Ничто не сможет уберечь наблюдателя от этой катастрофы, если он пересек некоторую критическую поверхность, называемую «горизонтом». Конеч сжатия наступит через ограниченное время после пересечения этой поверхности. Внутри черной дыры время и пространство как бы меняются местами: направление увеличивающегося собственного времени наблюдателя есть направление уменьшающихся значений радиальной координаты r . Наблюдатель не имеет возможности вернуться к большим значениям r , точно так же, как он не имеет возможности повернуть назад стрелки часов своей жизни. Он даже не может остановиться, и по очень простой причине: никто не в состоянии остановить течение времени.

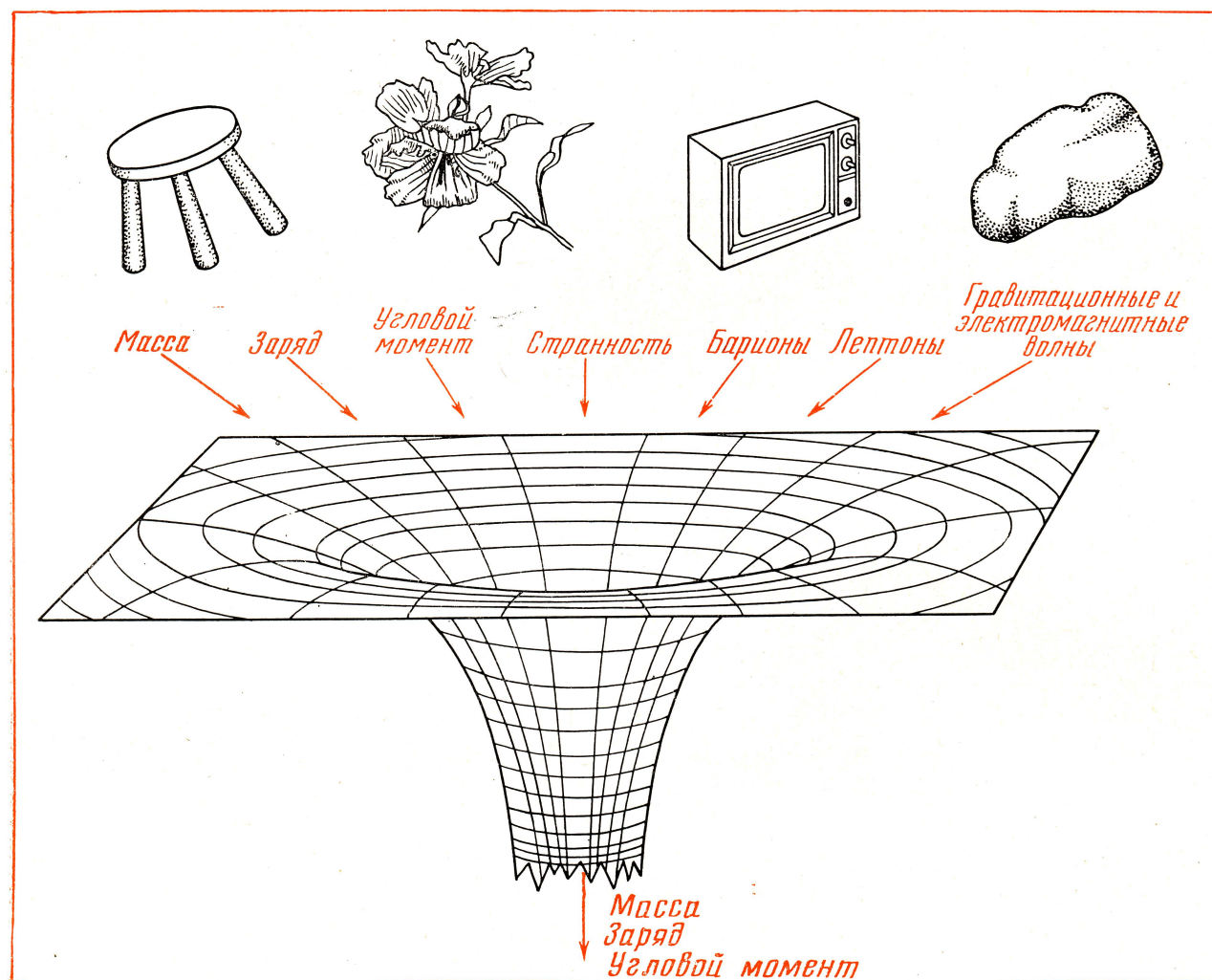
Предположим теперь, что наблюдатель решил изучать коллапс издали. Тогда за собственную безопасность он расплачивается тем, что имеет возможность увидеть лишь начальные стадии коллапса. Все сигналы и вся информация о последних фазах коллапса никогда не выйдут наружу.

То, что достаточно большая масса холодного вещества должна коллапсировать, превращаясь в черную дыру, является одним из наиболее поразительных предсказаний теории от-

«Physics today», January 1971. Со-
кращенный перевод с английского
Л. П. Грищука.

* К. Торн. Гравитационный ко-
ллапс. «Земля и Вселенная», № 1,
1969 г. (Прим. ред.).





Образное представление о действии черной дыры. Падающая материя утрачивает почти все свои свойства. Можно думать, что результирующая конфигурация однозначно определяется массой, электрическим зарядом и угловым моментом

носительности Эйнштейна, созданной в 1915 г. Какой должна быть геометрия вокруг сколлапсировавшего сферически-симметричного (не вращающегося!) тела, выяснил К. Шварцшильд еще в 1916 г. В 1963 г. Р. Керр определил геометрию вращающегося сколлапсировавшего объекта. Недавно Дж. Бардин подчеркнул, что черные дыры, образующиеся при коллапсе быстро вращающихся звезд, должны вращаться с максимальной,

или почти максимальной, скоростью, допустимой для черной дыры («скорость поверхности» равна скорости света).

Как можно найти черную дыру во Вселенной?

Во-первых, по гравитационному излучению, испускаемому в процессе образования черной дыры.

Во-вторых, по электромагнитному излучению в широкой полосе частот (особенно в области жестких рентге-

новских и гамма-лучей), которое испускает вещество, падающее на черную дыру после ее образования. Излучают не отдельные частицы, а весь газ в целом, поскольку по пути к черной дыре он сжимается и нагревается до температур 10^{10} или 10^{11} °К. Этот способ поисков разработан Я. Б. Зельдовичем и И. Д. Новиковым.

Наконец, по выбросам, образующимся в непосредственной близости к вращающейся черной дыре, — в ее эргосфере.

Физические процессы образования нейтронной звезды или черной дыры значительно сложнее процессов, протекающих в каждом из этих объектов. Полагают, что непосредственно перед их возникновением ядро звезды, возможно гиганта позднего спектрального класса, сжимается от начального размера в несколько тысяч километров до компактного объекта с радиусом в несколько десятков километров. За тысячи лет эволюции ядро становится неустойчивым к гравитационному коллапсу. Охлаждение автоматически будет приводить такую систему к коллапсу. С. Колгейт, М. Мэй и Р. Уайт провели численные расчеты* этого процесса при упрощающем предположении сферической симметрии. Вещество звезды начинает двигаться внутрь вначале медленно, затем все быстрее. Вскоре существенная доля этой массы, а именно внутренняя часть ядра, сжимается настолько сильно, что возросшее гравитационное поле заставляет сжиматься все ядро. Оно ускоряется быстрее, чем окружающая оболочка.

Дальнейшая судьба звезды зависит от того, достаточно ли велика масса ядра и кинетическая энергия его сжатия, чтобы проскочить область ядерных плотностей (когда сжатие еще может остановиться) и попасть в состояние гравитационного коллапса (когда сжатие неупруго). В последнем случае образуется черная дыра. Но если масса ядра мала или скорость сжатия слишком низка, то сжатие прекращается, достигнув ядерных или околоядерных плотностей. Остановка сжатия означает внезапное превращение гигантской кинетической энергии в тепловую, как если бы в центре системы взорвался «заряд динамита». Высокая температура (около 10^{12} °К) приводит к высокому давлению. Оболочка, окружающая ядро, падает бо-

* Современные расчеты выполнены В. Арнетом (США) и Л. Н. Ивачовой, В. С. Имшеником, Д. К. Надежиным (СССР). (Прим. ред.)

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

Эйнштейновское объяснение гравитации чисто геометрическое, поэтому удобно выражать каждую величину в единицах длины. Различие между граммом и метром или между секундой и метром столь же условно, как и различие между метром и километром.

Таким образом, в геометрических единицах:

1 см времени (время, необходимое свету, чтобы пройти 1 см) = $1 \text{ см} / (3 \cdot 10^{10} \text{ см/сек}) = 3,3 \cdot 10^{-11} \text{ сек} = 1/30 \text{ наносекунды}$.

1 см массы = $1 \text{ см} / (G/c^2) = 1 \text{ см} / (0,742 \cdot 10^{-28} \text{ см/г}) = 1,4 \cdot 10^{28} \text{ г}$, что сравнимо с массой Земли. Масса Солнца, выраженная в обычных единицах, $1,987 \cdot 10^{33}$, соответствует в геометрических 1,47 км.

1 см² углового момента = $1 \text{ см}^2 / (G/c^3) = 1 \text{ см}^2 / (2,47 \cdot 10^{-39} \text{ сек/г}) = 4,05 \cdot 10^{38} \text{ г} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{сек}^{-1}$. Максимальный угловой момент для черной дыры с массой 1 км равен 1 км².

лее медленно и внезапно подвергается действию этого давления. «Взрыв внутрь» сменяется «взрывом наружу». Оболочка уносится прочь, производя космические лучи и расширяющееся облако ионов. Наблюдается вспышка Сверхновой звезды. Знаменитый пример появления Сверхновой — Крабовидная туманность, масса которой оценивается в одну солнечную.

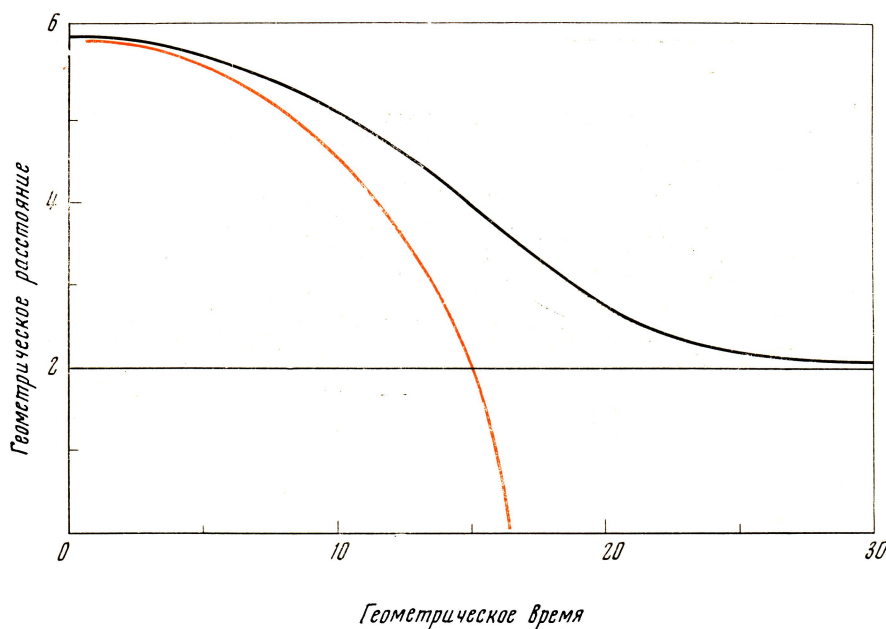
Вращение и магнитные поля, как показали Дж. Либланк и Дж. Вильсон, могут существенно изменить характер быстрого сжатия. Когда ядро сжимается, оно вращается все быстрее и быстрее в силу сохранения углового момента, наматывая магнитные силовые линии, как нитки на катушку. Фарадей—Максвелловское отталкивание между силовыми линиями заставляет катушку вытягиваться. Силовые линии увлекают за собой материю, выбрасывая струи вещества из двух полюсов.

ГРАВИТАЦИОННЫЙ КОЛЛАПС

Если ядро коллапсирующей звезды слишком массивно или обладает слишком большой кинетической энергией сжатия, то взрыв внутрь может быть замедлен, когда будут превышены ядерные плотности, но ядерные силы не в состоянии остановить его. Гравитация подавляет остальные силы, система проскакивает через ста-

дию нейтронной звезды и начинается неупругий коллапс. Получающуюся систему называют «непрерывно коллапсирующей», «застывшей звездой» или «черной дырой». Каждое название характеризует определенное свойство коллапсирующей системы. Коллапс непрерывен, ибо даже после бесконечного промежутка времени, измеренного далеким наблюдателем, он все еще не закончен. Для далекого наблюдателя время течет все медленнее в усиливающемся гравитационном поле. Он видит, что отклонения от статической конфигурации со шварцшильдовским радиусом ($r = 2m$)* быстро уменьшаются во времени. За промежуток времени порядка 2 м, что составляет около 10 микросекунд для объекта в одну солнечную массу, отклонения уменьшаются в е раз. (Таблица объясняет число геометрическую систему единиц, используемую в теории относительности.) В этом смысле система представляется «застывшей звездой». Но для наблюдателя, движущегося с коллапсирующей материей, система во все не застывшая. Все ее размеры уменьшаются до бесконечно малых значений за конечный и очень корот-

* Шварцшильдовский радиус $r = \frac{2Gm}{c^2}$, где G — гравитационная постоянная, m — масса тела, c — скорость света. В дальнейшем авторы используют систему единиц, в которой $G = 1$ и $c = 1$ (Прим. ред.)



Собственное время свободного падения в центр шварцшильдовской черной дыры, измеренное сопутствующим наблюдателем, конечно (цветная линия); вместе с тем, далекий наблюдатель видит асимптотический во времени процесс приближения к шварцшильдовскому радиусу (черная линия). «Относительное расстояние» и «относительное время» измерены в единицах массы черной дыры

кий промежуток собственного времени. Издалека сферическая система выглядит совершенно черной. Ни один луч света не может ее покинуть, любой поток частиц или вспышка света падают назад, на систему. Напрасны попытки использовать «измерительный стержень» для определения размеров объекта. Приливные силы разорвут стержень на куски, а его обломки будут безвозвратно падать внутрь. В этом смысле система и называется «черной дырой».

ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ

Можно представить по крайней мере три процесса образования черной дыры:

Катастрофический коллапс звезды с ядром в виде белого карлика. Сжа-

тие безостановочно проходит через плотности, соответствующие нейтронной звезде.

Двухступенчатый процесс: сжатие звезды с ядром, представляющим собой белый карлик, до горячей нейтронной звезды, затем охлаждение и превращение в черную дыру.

Многоступенчатый процесс: вначале образуется устойчивая нейтронная звезда. Медленная аккреция (падение) вещества на звезду увеличивает ее массу до критической, после чего наступает коллапс.

Хорошо известно, как протекает коллапс в сферически-симметричных системах и системах с малыми отклонениями от сферической симметрии. Однако общий и очень важный случай больших отклонений от сферической симметрии рассмотрен только при сильных упрощениях. Эта инте-

ресная проблема почти не исследована. Главный вопрос легко сформулировать: приближается ли всякая система после полного гравитационного коллапса к «стандартному конечному состоянию», которое однозначно определяется только ее массой, зарядом и угловым моментом, или в каждом конкретном случае свойства черной дыры особенные, отличные от других?

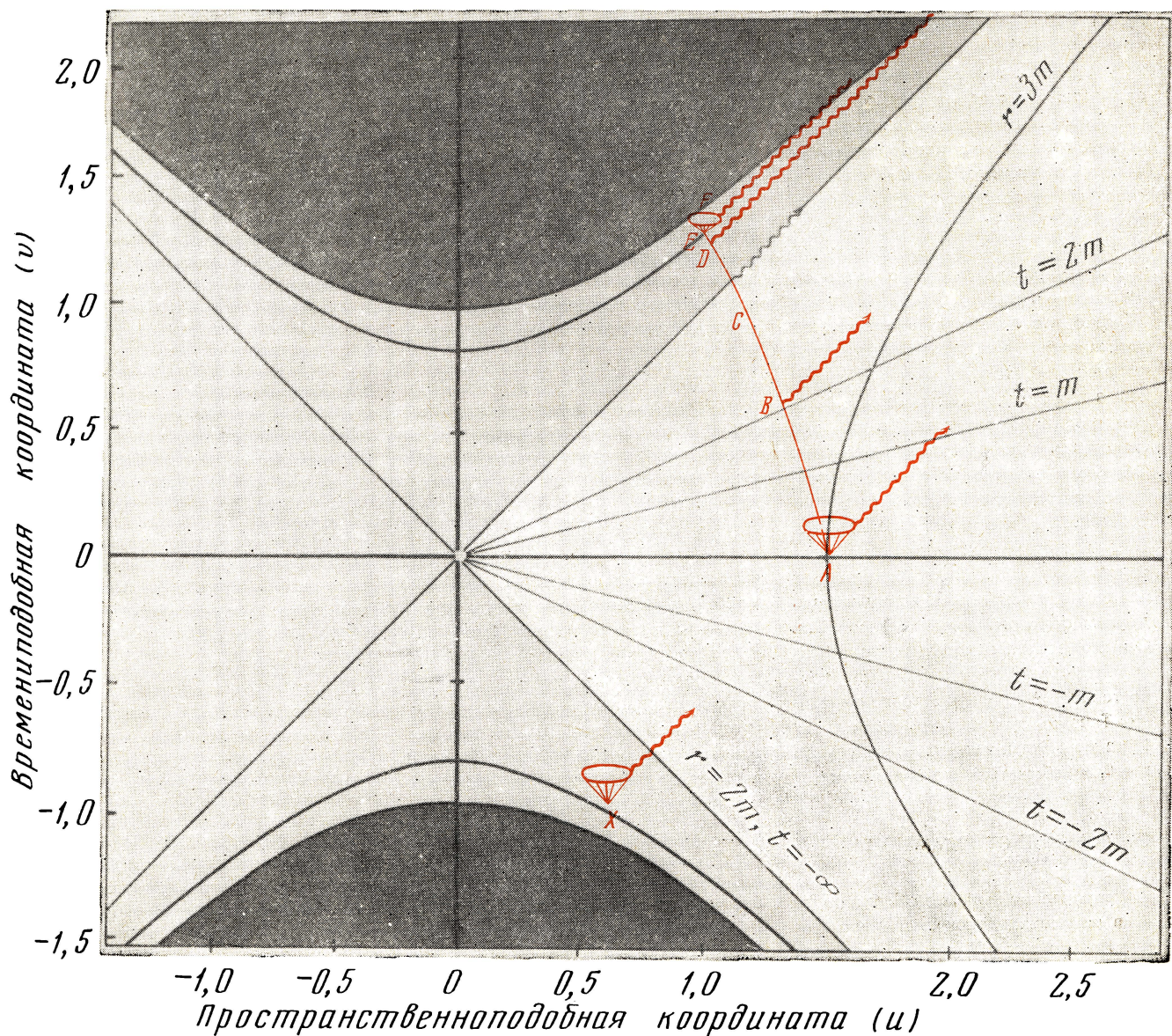
КОНУС ЗАХВАТА

Рассмотрим сжатие сферического облака пыли под действием собственного тяготения. Пока облако не достигло своего шварцшильдовского радиуса ($r = 2m$), свет, излученный с поверхности наружу в радиальном направлении, обязательно дойдет до внешнего наблюдателя. Но фотон будет захвачен гравитационным полем, если он испущен вне некоторого конуса, очерченного вокруг радиального направления. Конус вырождается в линию, когда облако сжимается до шварцшильдовского радиуса. Свет, излученный радиально «наружу», после того как облако пересечет этот радиус, никогда не достигнет далекого наблюдателя. Свет захватывается, но не веществом, а гравитационным полем, которое его окружает.

ДИАГРАММА КРУСКАЛА

С точки зрения удаленного наблюдателя падение пробной частицы на черную дыру заканчивается при $r = 2m$. Для наблюдателя, падающего вместе с пробной частицей, процесс закончится при $r = 0$. Как же совместить эти две версии?

Ответ довольно прост. Время течет по-разному в различных системах отсчета. Область изменения координат $2m \leq r \leq \infty$, $-\infty < t < +\infty$ не покрывает всего пространства — времени Шварцшильда. Время течет «по ту сторону бесконечности», аналогично тому, как в знаменитом парадоксе Зенона Ахиллес оказывается впереди черепахи. Наиболее ясно неполнота обычной координатной системы проявляется в координатах, предложенных М. Крускалом.



Координаты Крускала для пространства — времени Шварцшильда. Радиальные световые лучи — прямые линии с наклоном ± 1 . Обычные координаты $2m < r < \infty$, $-\infty < t < +\infty$ покрывают только незаштрихованную область. Цветная линия изображает движение частицы из точки A к черной дыре. Далекий наблюдатель получает сигналы, которые посылает частица из точек A и B. Луч, отправленный из точки C, — последний, который может уйти в бесконечность; он будет получен удаленным наблюдателем только через бесконечный промежуток шварцшильдовского времени. Лучи D и E захватываются гравитационным полем и никогда не достигнут удаленного наблюдателя. Кривизна не становится бесконечно большой в точке C, но стремится к бесконечности при приближении к точке F ($r=0$). Точка F достигается за конечное собственное время. Столь же мало оснований ожидать, что фотон покинет черную дыру в точке X и пересечет внутреннюю границу обычного пространства ($r=2m$), как и то, что распространяющиеся электромагнитные волны проникнут из бесконечности в черную дыру

На диаграмме (стр. 23) и соответствует пространственноподобной, а v — времениподобной координатам. Точки с одним и тем же значением координаты t лежат на прямой линии $v/u = \text{const}$. Точки с одинаковым значением r лежат на гиперболе $u^2 - v^2 = \text{const}$ с асимптотой $u = \pm v$. Радиальный световой луч, идущий наружу, изображается прямой линией с наклоном $dv/du = +1$, а идущий внутрь — прямой линией с наклоном $dv/du = -1$.

Видно, что r является «координатой положения», или пространственной координатой, только при r больших $2m$, а для значений r меньших $2m$ эта координата изменяет характер, она становится координатой времени. Обратное происходит с координатой t : из координаты времени она превращается в координату положения. Тело может удерживаться при фиксированном значении r , например с помощью ракеты или каким-нибудь другим образом, если r больше $2m$. Однако нельзя находиться при фиксированном r , если r меньше $2m$, точно так же, как нельзя остановить время. Течение времени изменяет r от $1,9m$ до $1,8m$ и так далее, вплоть до $r = 0$, и избежать этого невозможно.

ОТКЛОНЕНИЯ ОТ СИММЕТРИИ

Сферическое пылевое облако падает в шварцшильдовскую черную дыру. Но что произойдет, если форма облака немного отклоняется от сферичности? Если облако не наделено угловым моментом, оно по-прежнему будет коллапсировать, превращаясь в шварцшильдовскую черную дыру. Если облако имеет угловой момент, меньший критического, концом его эволюции будет черная дыра, гравитационное поле которой описывается решением Керра.

Всякое отклонение от обычного решения Керра быстро уменьшается со временем. Если начальное отклонение не было слишком большим, то для внешнего наблюдателя все детали гравитационного поля сглаживаются, и оно характеризуется только массой и угловым моментом.

Всякое распределение заряда око-

ло черной дыры выглядит для далекого наблюдателя сферически-симметричным. Мощное гравитационное поле вблизи черной дыры сильно искривляет силовые линии. Издалека кажется, что линии расходятся из точки, находящейся гораздо ближе к центру сферы, чем действительное положение заряда. Дипольный момент стремится к нулю, по мере того как заряд приближается к $r = 2m$. Ничто в конечной форме поля не выдает истинного положения заряда: все выглядит так, будто заряд расположен в центре.

Коллапс приводит к черной дыре, обладающей массой, зарядом и угловым моментом, и, насколько мы можем сейчас судить, никакими другими дополнительными параметрами — «черная дыра не имеет шевелюры», т. е. отличительных признаков. Изготовим одну черную дыру из вещества, а другую, с такой же массой, угловым моментом и зарядом, — из антивещества. Пока еще никто не знает, как их различить. Неизвестно также, каким образом можно отличить каждую из них от третьей черной дыры с той же массой и угловым моментом, но часть вещества которой заменена фотонами, нейтрино или гравитонами. Наконец, то же относится и к четвертой черной дыре, образованной в результате коллапса облака излучения без какого-либо «вещества» вообще.

Электрический заряд можно обнаружить по дальнодействующим силам, которые он вызывает (выполняется закон сохранения потока, закон Гаусса). Бариионное число и странность не связаны с дальнодействующими силами, для них не выполняется закон Гаусса. При коллапсе утрачивается возможность измерения бариионного числа, и потому эта величина не определена для коллапсирующего объекта. Подобным же образом не сохраняется больше и странность.

УГЛОВОЙ МОМЕНТ

Если угловой момент черной дыры не равен нулю, геометрия усложняется. Теперь мы имеем дело с решением Керра, а не Шварцшильда.

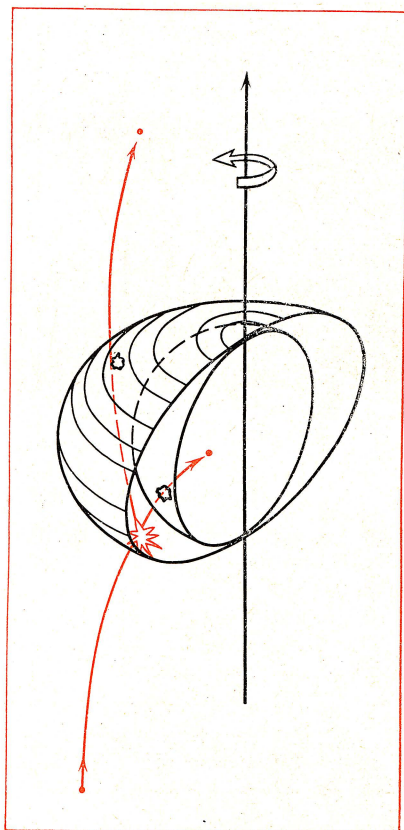
С решением Керра связаны две интересные поверхности: «поверхность бесконечного красного смещения» и внутри нее — «горизонт событий». Объект, находящийся на или внутри горизонта событий, не может послать фотон удаленному наблюдателю, независимо от состояния движения объекта и направления излучения. По этой причине горизонт событий называют также «односторонней мембраной».

Геометрия Шварцшильда — вырожденный случай геометрии Керра. В решении Шварцшильда поверхность бесконечного красного смещения совпадает с горизонтом событий. В решении Керра эти поверхности разделены всюду, кроме полюсов. Область между поверхностями называется эргосферой. Частица, влетевшая в эргосферу, может при надлежащем ускорении опять уйти в бесконечность. Однако ее поведение в этой области характеризуется необычной особенностью: частица не может оставаться в покое.

Из эргосферы можно извлекать энергию. Рассмотрим частицу, которая влетает в эргосферу и распадается, причем один осколок падает в дыру, а другой — улетает в бесконечность. Р. Пенроуз показал, что процесс может протекать таким образом, что вылетевший фрагмент будет обладать в бесконечности большей энергией, чем первичная частица.

Избыток энергии, по существу, черпается из вращательной энергии черной дыры. Если частица может углубиться в эргосферу и унести с собой часть энергии и углового момента черной дыры, то справедливо и обратное: частица, захваченная черной дырой, может увеличить ее энергию и угловой момент. Захват возможен, когда частица пролетает достаточно близко к черной дыре. Критический прицельный параметр меньше для захватов, увеличивающих угловой момент системы. Поэтому случайная аккреция частиц приводит к постепенному уменьшению углового момента системы*. Аккреция час-

* Это было показано впервые А. Г. Дорошкевичем (СССР). (Прим. ред.)



Эргосфера вращающейся черной дыры. Область между поверхностью бесконечного красного смещения (внешняя) и горизонтом событий (внутренняя поверхность), показанная в разрезе, называется эргосферой. Когда частица в этой области распадается и один осколок падает на черную дыру, второй может уйти в бесконечность, имея большую энергию покоя и большую кинетическую энергию, чем первичная частица

тиц с максимальным положительным прицельным параметром свойственна черной дыре, погруженной в осколки коллапса вращающейся звезды. Такая благоприятная аккреция может увеличить угловой момент черной дыры до максимального значения. В этой ситуации 29% полной энергии черной дыры приходится на вращательную энергию. Когда эта величина будет достигнута, дальнейший рост скорости вращения черной дыры невозможен.

ГРАВИТАЦИОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Открытие квазаров — объектов с чудовищным энерговыделением — привлекло внимание ученых к гравитационному коллапсу. Не может ли он быть механизмом «превращения» массы в энергию, превосходящим по своей эффективности ядерный распад и синтез? Однако внимательное рассмотрение привело к разочарованию.

Трудность состоит в том, что лишь в теории тяготения Ньютона устойчивые круговые орбиты существуют для всех радиусов вплоть до нуля. Иное положение в общей теории относительности. Устойчивые круговые орбиты существуют только для радиусов, больших некоторого значения. Этот результат очень важен при оценке гравитационного излучения, которое может испустить частица до своего падения в черную дыру.

Излучая гравитационные волны, частица обращается вокруг черной дыры по все более низким орбитам по мере уменьшения энергии. Когда энергия частицы снижается до величины, соответствующей последней устойчивой орбите, частица захватывается дырой и больше не излучает. Для шварцшильдовской черной дыры ближайшая устойчивая орбита находится довольно далеко от центра, и частица успевает излучить лишь около 5,7% всей массы в виде гравитационных волн, прежде чем она круто упадет в черную дыру. Если частица обращается вокруг Керровской черной дыры в направлении, противоположном вращению черной дыры, она сваливается туда с еще больших расстояний, теряя только 3,8% своей энергии. Но если частица вращается в том же направлении, что и черная дыра, она остается на устойчивой орбите, пока не излучит 42,3% всей массы в виде гравитационной энергии.

ПОИСКИ ЧЕРНЫХ ДЫР

Существование черных дыр было предсказано более 30 лет назад. Всякий, кто признает общую теорию относительности, видит, что вывод о их существовании неизбежен. Более

того, черная дыра — объект, присущий лишь релятивистской теории относительности. Нейтронные звезды еще могут существовать в ньютоновой теории, но не черные дыры.

Со времени предсказания Ф. Цвикки нейтронных звезд и до их открытия в виде пульсаров Э. Хьюишем с сотрудниками прошло 34 года. Если черные дыры также откроют через 34 года после их предсказания Р. Оппенгеймером и Х. Снайдером в 1939 г., то какая техника позволит их обнаружить в 1973 г.?

Из всех мыслимых объектов, которые могут путешествовать в пустом пространстве, вряд ли есть менее перспективные для обнаружения, чем одинокая черная дыра солнечной массы. Она практически не излучает света, не оказывает фокусирующего действия на свет более далеких звезд. Даже Венеру, имеющую 12 000 км в диаметре, довольно трудно наблюдать в период ее прохождения по диску Солнца. Поиски 15-километрового объекта (такой должна быть черная дыра с массой 2,5 солнечной), движущегося в поле излучения далеких звезд, невообразимо более трудны.

Поэтому астрономы ищут неизолированные черные дыры. Ими могут быть:

Черная дыра, которая воздействует на своего спутника — нормальную звезду — только гравитационным полем (предложение Я. Б. Зельдовича и О. Х. Гусейнова).

Черная дыра, достаточно близкая к нормальной звезде, чтобы натягивать на себя часть ее вещества (И. С. Шкловский).

Черная дыра, погруженная в нормальную звезду.

Черная дыра, движущаяся в облаке рассеянного вещества.

Двойная система наиболее благоприятна для поисков черной дыры, если черная дыра находится столь близко к нормальной звезде, что перетягивает часть вещества со своего компаньона. Перетекание вещества с одной звезды на другую наблюдается в тесных двойных системах, но при этом не возникает никакого необычного излучения. Когда одна из ком-

понент принадлежит к нейтронным звездам или черным дырам, следует ожидать сильной эмиссии в рентгеновском диапазоне.

Газ, падающий на черную дыру, подвергается нагреванию вследствие

сжатия. Температура чрезвычайно высока (10^{10} — 10^{12} °K), но только часть излучения уходит, поскольку оно образуется в области больших красных смещений, вблизи шварцшильдовского радиуса черной дыры. Я. Б. Зель-

дович, И. Д. Новиков и В. Ф. Шварцман приходят к выводу, что большая часть энергии испускается в видимом диапазоне спектра или в области рентгеновских и гамма-лучей в зависимости от массы черной дыры.

П. Р. АМНУЭЛЬ

Невидимые миру звезды

ОКОНЧИВШИЕ СВОЙ ПУТЬ

Не только планеты можно открывать на кончике пера. Теория звездной эволюции позволяет предсказывать новые типы звезд. Теория эта молода, в ней много неясностей, много противоречий, много вопросов, на которые пока нет четкого ответа.

Как эволюционирует уже сформировавшаяся звезда, в общих чертах понятно: в ней выгорает ядерное топливо. Ядерные реакции поддерживают жизнь звезды, превращают ее то в красный гигант, то в неустой-

чивую, теряющую вещество звезду типа Вольфа—Райе, а случается, порождают грандиозные взрывы Новых и Сверхновых.

Но вот, наконец, эволюция закончена. Звезда исчерпала свои ресурсы, в ней больше нечему гореть — видимая миру жизнь звезды завершена. Под действием силы тяжести она сжимается, сначала медленно, а потом, когда газовое давление становится намного меньше гравитационного, катастрофически быстро. Силы тяжести могли бы заставить звезду сжаться в точку — коллапсировать. Но даже в те доли секунды, пока идет коллапс, сжатие может быть остановлено давлением электронного газа, если масса звезды не более 1,2 солнечной, и звезда превращается в белый карлик поперечником в тысячи километров. Если же масса звезды больше 1,2, но меньше двух масс Солнца, то сжатие происходит до огромных плотностей. Вещество звезды нейтронизуется — почти полностью превращается в нейтроны. Давление нейтронного газа действует против сил тяжести и способно остановить коллапс. Образуется нейтронная звезда — шар диаметром около 20 км, плотностью 10^{14} — 10^{15} г/см³ и массой не более 1,6—2 солнечных. Почему не более? Да потому, что сжатие массивной звезды не способны остановить никакие силы давления. И тогда ни одна частица, ни один фотон не смогут «разорвать» гравитационное поле, достичь наблюдателя, рассказать ему, что происходит со звездой в конечной фазе ее эволю-

ции. Только силой тяжести проявляют себя такие звезды, недаром они получили название «застывших», или «черных дыр»*.

Нейтронные звезды малы, излучают мало света, и их трудно заметить с большого расстояния. Черные дыры вообще не светят ни в одном диапазоне электромагнитных волн. Лишь в момент коллапса можно зафиксировать появление всплеска мощного нейтринного излучения. Но всплеск кратковремен, а коллапс в Галактике — явление редкое, и случайно «увидеть» всплеск нейтрино маловероятно.

Все это было известно и несколько лет назад. Наблюдатели ждали, когда теоретики придумают процесс, который сделает видимыми нейтронные звезды и черные дыры. Но первыми обнаружили нейтронные звезды все же не теоретики. В 1967 г. английский радиоастроном Э. Хьюиш с сотрудниками открыл пульсары**. Наблюдения показали, что область, в которой рождается пульсирующее излучение, не больше тысячи километров, а частота чередования импульсов поддерживается настолько точно, что не может быть и речи об излучении раз-

* Свойства черных дыр и методы их поиска описаны в книге Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова. «Теория тяготения и эволюция звезд». «Наука», М., 1971 г.

** Э. Хьюиш. Пульсары. «Земля и Вселенная», № 2, 1971 г. (Прим. ред.)

реженного межзвездного облака. Периодические пульсации радиосигнала можно объяснить только быстрым вращением крошечной нейтронной звезды.

Так были открыты молодые нейтронные звезды, образовавшиеся не более нескольких миллионов лет назад. Эти звезды оказались очень активными, они выбрасывают множество быстрых частиц, которые, тормозясь в магнитосфере звезды, дают пульсирующее излучение не только в радиодиапазоне: известны оптический и рентгеновский пульсар в Крабовидной туманности и рентгеновский пульсар в созвездии Центавра. Через миллионы лет активность пульсара ослабевает, он становится невидимым, и вновь возникает все тот же вопрос: как наблюдать нейтронные звезды? Не молодые (их мы уже видим), а старые, не дающие пульсирующего излучения. Открытие пульсаров лишь отложило решение этой задачи.

НАБЛЮДАТЬ НЕНАБЛЮДАЕМОЕ!

Как бы ни обстояло дело с нейтронными звездами, мы все же наблюдаем их около полусотни. Однако ни одной черной дыры пока не найдено. Нет надежды на то, что черная дыра, подобно нейтронной звезде, окажется источником излучения. Сама по себе черная дыра принципиально не наблюдаема: для внешнего наблюдателя «исчезают» (не выпускаются гравитационным полем) ее излучение и магнитное поле, если оно было. Остается только поле тяжести, но вдали от черной дыры оно ничем не отличается от поля тяжести обычной звезды такой же массы. Значит, черную дыру можно обнаружить примерно так же, как сто лет назад был обнаружен первый белый карлик — спутник Сириуса: по возмущениям в движении видимой звезды.

Таким образом, мы можем открыть черную дыру в двойной системе. Если там есть черная дыра, это отразится на видимом движении главной компоненты системы. Наблюдения покажут, что обычная, будто бы и не двойная, звезда движется не по прямой, а по спирали. Измерив кривизну спирали и расстояние до звезды,

можно получить данные о невидимом спутнике. И если его масса больше двух солнечных, то можно обсудить вопрос: не черная ли это дыра?

Гарантии, что обнаружена именно черная дыра, нет. Может случиться, что невидимый спутник не единое тело, а несколько тел. Масса каждого из них не больше солнечной, а тогда их светимость может быть гораздо меньше, чем светимость одной звезды той же суммарной массы. А если так, то слабые звезды эти на снимках не будут заметны. Возникнет видимость черной дыры.

Можно ли обнаружить черную дыру в спектрально-двойной системе? Звезды в такой паре настолько близки, что визуально разделить их невозможно. Двойственность устанавливается по спектру: в нем сложены спектры двух разных звезд. По движению спектральных линий можно определить движение компонент относительно друг друга. Если вторая звезда слаба, ее спектр теряется на фоне более яркого спектра первой звезды. Двойственность устанавливается по движениям линий в спектре видимой компоненты. Измерения лучевых скоростей линий в этом спектре помогут получить орбиту видимой компоненты, а зная период обращения, можно определить так называемую функцию масс, в которую входят массы обеих компонент и угол наклона орбиты к лучу зрения.

Теперь предположим, что нам удалось оценить массу видимой звезды. Функция масс даст нам информацию о массе второй, невидимой звезды. Однако мы не знаем угла наклона плоскости орбиты к лучу зрения, поэтому получим лишь нижний предел массы второй компоненты. Если главная компонента массивна — это может быть гигант или даже сверхгигант — и функция масс достаточно велика, может оказаться, что минимально возможная масса второй, невидимой компоненты заведомо больше двух масс Солнца. Тогда можно говорить о черной дыре, правда, опять предположительно. Не очень точно определяются функции масс, не точно измеряются амплитуды лучевых скоростей, особенно если лучевые скорости малы. Наконец, определе-

ние массы видимой компоненты тоже непростая задача. Нужны очень точные измерения, чтобы можно было с уверенностью говорить о черной дыре.

Иногда черная дыра из невидимой превращается в видимую. Даже одиночная черная дыра может захватывать из межзвездного пространства материю. Двигаясь к черной дыре, межзвездные частицы могут излучать энергию в магнитном поле сжимающегося газа. По мере сжатия газа температура его растет, что приводит к тепловому излучению. Но все же одиночные черные дыры обнаружить очень трудно — не так уж много вещества они захватывают и светимость их невелика.

Иная ситуация в двойной системе. Если черная дыра находится близко к главной компоненте, а главная компонента — звезда большого радиуса, то может происходить перетекание вещества с видимой звезды на черную дыру. В этом случае возникают инфракрасное и жесткое рентгеновское излучение в глубине газового диска, образующегося около черной дыры. Облако газа и пыли может даже затмевать свет главной компоненты, и тогда система из спектрально-двойной станет затменно-двойной.

Таковы общие соображения о возможности обнаружения черных дыр. Соображения эти были высказаны в разное время различными авторами. Впервые идея обнаружения черных дыр в двойных системах появилась в 1965 г. в заметке советских ученых академика Я. Б. Зельдовича и О. Х. Гусейнова, опубликованной в «Астрономическом журнале». Авторы даже предложили семь спектрально-двойных звезд с большими функциями масс. У каждой из этих систем была видна только одна компонента.

КАНДИДАТЫ В ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ

Конечно, не было уверенности в том, что хотя одна система из этой семерки содержит черную дыру. Ни одна из семи звезд не была отождествлена ни с инфракрасным, ни с рентгеновским источниками. Правда, ни в одной из этих систем не наблюдалось и перетекания вещества, так

что отсутствие инфракрасного или рентгеновского излучений вовсе не казалось странным. Дело было за наблюдателями — предстояло исследовать каждую из этих систем, подтвердить или опровергнуть гипотезу Я. Б. Зельдовича и О. Х. Гусейнова. Но наблюдателей опередили теоретики.

В 1969 г. в «*Astrophysical Journal*» появилась статья американских астрономов В. Тримбл и К. Торна, в которой также анализировалась возможность обнаружения черных дыр в двойных системах. Тримбл и Торн значительно дополнили список звезд — кандидатов в черные дыры. Они включили в него затменно-двойные системы с большими функциями масс и разделили все системы на три группы. В первую вошли двойные звезды, в которых предполагаемая масса невидимой компоненты не превышала 1,4 массы Солнца. Маловероятно, что это могли быть черные дыры, скорее, речь шла об обнаружении еще не открытых белых карликов. Системы во второй группе имеют невидимую компоненту, масса которой превышает 1,4 солнечной, но все же меньше, чем масса видимой компоненты. Возможно, это — черная дыра, однако есть и другие объяснения. Например, менее массивная звезда может быть не видна просто потому, что светит слабо, и ее спектр теряется на фоне яркого спектра главной компоненты.

Двойные системы из третьей группы оказались самыми перспективными для дальнейшего изучения: масса невидимой компоненты не только больше 1,4 солнечной, но превышает массу даже главной звезды. В этом случае невидимость второй компоненты объяснить гораздо труднее. Третья группа включает десять спектрально-двойных и пять затменно-двойных звезд. Итак, 15 претендентов на черные дыры, и ни одной двойной системы, о которой можно было бы с большой степенью вероятности говорить, что она содержит черную дыру.

Поиски продолжались. Астрономы пытались найти наиболее вероятного кандидата в черные дыры. В СССР эту работу вели О. Х. Гусейнов и Х. И. Новрузова на Шемахинской

астрофизической обсерватории, в США — А. Камерон и другие астрофизики.

А. Камерон обратил внимание на странное поведение затменно-двойной системы ϵ Возничего. Период этой системы чуть больше 27 лет. Многочисленные наблюдения, проведенные ранее, показали, что главная компонента — сверхгигант спектрального класса F2. Если это так, то масса его около 35 солнечных. Функция масс системы тоже измерена. Предполагая, что орбита расположена перпендикулярно к лучу зрения, оценили минимальную массу второй компоненты в 23 солнечных.

Но ϵ Возничего — затменно-двойная звезда. Значит, вторая компонента вовсе не невидима, ведь что-то затмевает главную звезду! Как совместить это с гипотезой о черной дыре?

Идея А. Камерона проста: черная дыра окружена диском или сферой пыли, захваченной из межзвездного пространства. Пыль медленно оседает на черную дыру, захватываемая ее мощным гравитационным полем. Внешний радиус диска велик — около 12 а. е., черная дыра сидит в нем, как косточка в вишне. Именно пылевой диск и затмевает главную звезду так, что в течение 330 суток с Земли видно лишь 48% испускаемого ею излучения. При этом не меняется цвет звезды, не появляется никакой поляризации. Это вполне совместимо с гипотезой о пылевой материи, если считать, что размер пылинок достаточно велик, не меньше 0,5 см. Вполне возможно, что так и есть: пылинки меньших размеров были бы выдуты звездным ветром.

Но так ли обязательна для объяснения свойств системы ϵ Возничего гипотеза о черной дыре, окруженной пылевым облаком? Может быть, черной дыры в облаке вовсе нет? А. Камерон рассматривает и такую возможность.

Может случиться, что ϵ Возничего — очень молодая система. Одна ее звезда еще не достигла в своей эволюции стадии главной последовательности, а вторая компонента — всего лишь конденсирующееся облако газа и пыли, которому только пред-

стоит стать звездой. Эту гипотезу А. Камерон отвергает. Если звезда еще не прошла стадию главной последовательности, ее температура должна бы возрасть на $3\text{--}5^\circ$ в год, и это, конечно, было бы обнаружено. Да и газо-пылевое облако в 23 солнечных массы, сжавшееся до радиуса в 12 а. е., должно иметь в центре температуру не меньше $10\,000^\circ\text{K}$. Но ничего подобного не наблюдается.

А. Камерон предлагает противоположную возможность: видимая звезда — старая, она уже миновала стадию главной последовательности. Вторая компонента должна быть тогда еще старше. Будь она моложе, ее светимость была бы сравнима со светимостью главной звезды, и мы бы ее увидели. Однако известно, что звезда эволюционирует тем быстрее, чем больше ее масса. Масса невидимой компоненты ϵ Возничего все же меньше, чем масса главной звезды. А. Камерон дает такое объяснение: раньше вторая звезда была гораздо массивнее первой. Она быстро прошла свой эволюционный путь и в конце его, прежде чем коллапсировать, а может быть и в самом процессе коллапса, потеряла часть массы. Она стала лишь в 23 раза тяжелее Солнца, однако и такая звезда неизбежно должна превратиться в черную дыру.

Но здесь возникает трудность. Какую массу могла потерять вторая звезда? Оказывается, всего несколько процентов от первоначальной. Выброс вещества ведет к изменению орбиты. Эксцентриситет системы ϵ Возничего не так уж велик, он равен 0,17. Значит, и выброшенная второй звездой масса не могла быть большой. Тогда и эволюционировать вторая звезда должна медленнее первой, она не успеет стать черной дырой. Что же, предположение неверно? Не будем торопиться.

В 1964 г. американский астроном Р. Митчелл обнаружил у ϵ Возничего избыток инфракрасного излучения на волне 9,5 мкм. Так может излучать сферическая поверхность радиусом 50 а. е., нагретая до 500°K . Облако пыли и газа только переизлучает энергию, испускаемую главной

звездой. Это немало, около 10^{39} эрг/сек. Тогда облако должно находиться на расстоянии 160 а. е. от главной звезды. Наблюдения, в общем, подтверждают эти цифры. Подтверждают все цифры, кроме одной, — масса такого переизлучающего облака не может быть больше $4 \cdot 10^{30}$ г. В противном случае, как мы уже говорили, температура в его центре окажется слишком высокой. Но $4 \cdot 10^{30}$ г — это в 500 раз меньше массы Солнца, а ведь невидимая компонента должна быть в 23 раза массивнее Солнца! Это не противоречие, утверждает А. Камерон, напротив, это подтверждение гипотезы о черной дыре. Облако пыли действительно имеет малую массу, но внутри него находится черная дыра большой массы.

Гипотеза выглядит непротиворечивой, но по-прежнему нет уверенности в определении массы главной звезды, функции масс, да и существование облака пыли можно объяснить неоднозначным образом. В общем, гипотеза А. Камерона красива, но все еще спорна.

Американский астроном Р. Сточерс уточнил некоторые сведения о двойной системе ϵ Возничего и, прежде всего, расстояние до звезды. Сточерс дал иные значения масс компонент: 25 и 19 солнечных. Но главное, он

отыскал еще одну звезду примерно с такими же характеристиками. Это — 89 Геркулеса. В ее спектре также наблюдается избыток инфракрасного излучения, а диск пыли, по оценке Сточерса, более массивен, чем в системе ϵ Возничего.

ЧЕРНАЯ ДЫРА — δ БЛИЗНЕЦОВ?

Проблема стала бы гораздо ближе к разрешению, если бы в двойной системе, кроме главной звезды, вообще не было бы ничего видимого — ни диска пыли, ни облака газа, ни перетекания вещества. И если бы было точно известно расстояние, ведь от определения расстояния до звезды зависит и определение ее массы.

Трудно, казалось бы, совместить все «если бы». Но такую звезду все же удалось найти О. Х. Гусейнову и Х. И. Новрузовой.

В список, который составили Тримбл и Торн, входила звезда δ Близнецов. Это — спектрально-двойная система с одной невидимой компонентой. Невидимой совершенно: здесь нет никаких затмений, газа, пыли, перетекания, нет рентгеновских, ультрафиолетовых, радио- или инфракрасных источников. Нет ничего, и это при условии, что вторая компонента почти в 4 раза массивнее главной! Масса видимой звезды 1,8

солнечной, а невидимая звезда тяжелее Солнца как минимум в 6,3 раза. Не увидеть излучения тела такой массы на фоне излучения менее массивной главной звезды невозможно, даже если невидимая компонента на самом деле состоит из нескольких звезд.

δ Близнецов — звезда яркая и довольно близкая, расстояние до нее известно совершенно точно. Оценки абсолютной звездной величины, сделанные двумя разными способами, дают одинаковые результаты, $+2^m$, 2. О. Х. Гусейнов и Х. И. Новрузова утверждают, что если ошибка в определении функции масс не больше 500%, т. е. если ошибка не превышает пятикратного значения самой функции масс, то невозможно объяснить обычными способами невидимость второй компоненты.

Так что же, черная дыра — самая странная звезда, предсказанная теорией звездной эволюции, наконец, найдена? Пока этого утверждать нельзя. В Шемахинской обсерватории сейчас уточняются данные о лучевой скорости δ Близнецов, изучаются несколько «подозрительных» звезд.

Совсем недавно открыты нейтронные звезды — пульсары. Еще не утихли споры вокруг этого открытия, а на очереди другое — странные невидимые звезды, черные дыры.

МОДЕЛЬ РЕНТГЕНОВСКОГО ИСТОЧНИКА

Скорпион XR-1 — самый яркий, не считая Солнца, рентгеновский источник. Спектр его тепловой и соответствует излучению горячей плазмы с температурой 10^7 — 10^8 °К. Пожалуй, наиболее распространено представление, что Скорпион XR-1 — тесная двойная система («Земля и Вселенная», № 6, 1970 г., стр. 31). Однако эта гипотеза не подтверждается наблюдениями.

Член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский предложил «двухкомпонентную» модель Скорпиона XR-1. Рентгеновское излучение рождается в области горячей плазмы с температурой около 10^8 °К. Это компактное плазменное тело окружено холодной плазмой с температурой

порядка $135\,000$ °К. Радиус оболочки равен примерно 10^9 см. Холодная плазма пронизана потоком рентгеновских квантов и поглощает кванты с энергией меньше 0,5 кэв. (Такое поглощение недавно обнаружено в рентгеновском спектре Скорпиона XR-1.) Масса холодной плазмы, согласно оценкам И. С. Шкловского, около 10^{21} г, а горячей — значительно меньше. Если бы внутри Скорпиона XR-1 не было массивного тела, плазма рассеялась бы за несколько минут.

По мнению И. С. Шкловского, ни механизм аккреции, ни тепловая энергия плазмы не могут поддерживать рентгеновское излучение Скорпиона XR-1. Ядерные источники

энергии у таких компактных и плотных объектов, как пекулярная звезда, с которой отождествлен Скорпион XR-1, тоже отсутствуют. По аналогии с пульсарами естественно предположить, что источником энергии может быть торможение быстро вращающейся маленькой звезды. Однако никаких периодических изменений в рентгеновском или оптическом излучении не наблюдается. Для поддержания мощного рентгеновского излучения не хватит и запаса магнитной энергии. Возможно, правда, что здесь другие формы энергии переходят в магнитную. Таким образом, источник энергии Скорпиона XR-1 все еще остается неизвестным.

«Астрономический журнал», 48, 6, 1971.

Ю. А. ВЛАДИМИРЦЕВ
кандидат географических наук
А. Н. КОСАРЕВ
кандидат географических наук

Красное море— океанологический феномен

«Красное море дает полную картину средиземного моря пустынь. Длинный коридор, заключенный на протяжении 1932 км от 12°40' до 30° с.ш. между двумя пустынями, почти совсем не получает ни атмосферных осадков, ни постоянного притока вод с окружающей его суши. Его климат хорошо известен как один из тяжелейших для человека на всем земном шаре. Это определенно климат центральных пустынь Сахары и Аравии с их чрезмерным дневным зноем, ночным излучением, почти безоблачным небесным сводом, с их рефракцией, миражами, бурями, приносящими с востока тучи песка».

К. Валло. «Общая география морей»

ГОРЯЧАЯ ВОДА...

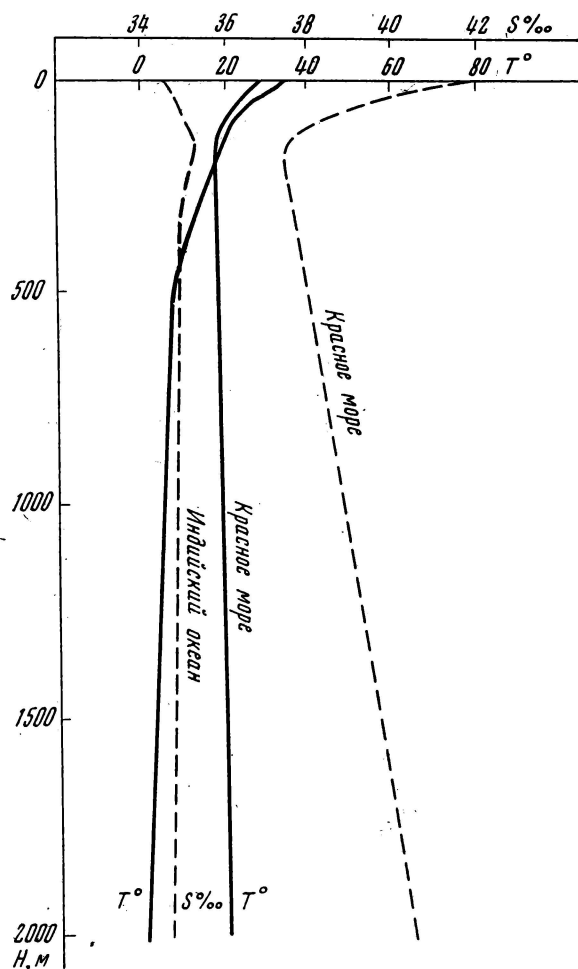
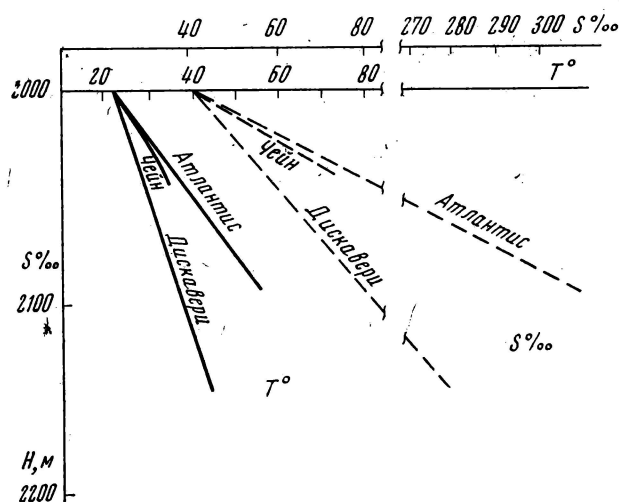
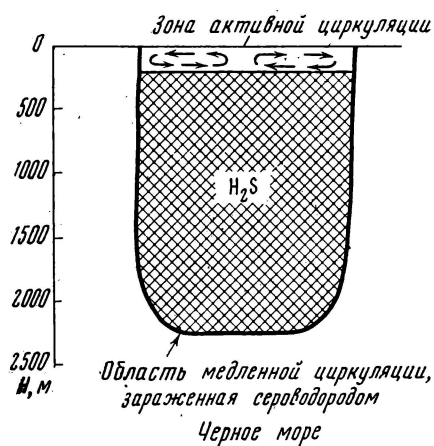
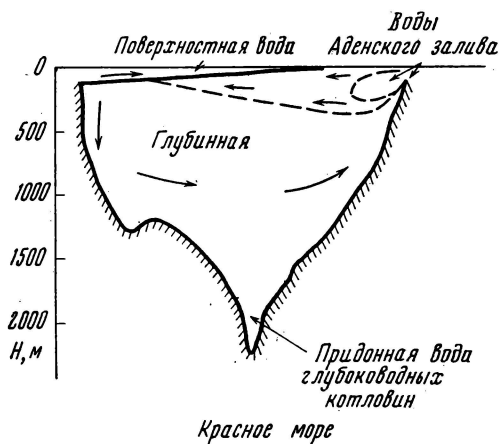
Совсем недавно в Красном море было сделано одно из самых сенсационных океанологических открытий нашего времени. В 1963—1966 гг. научно-исследовательские суда разных стран в центральной части осевой впадины моря обнаружили несколько котловин, заполненных водой с аномальными свойствами: очень горячей, соленой, с химическим составом, отличным от вод Красного моря. Горячие рассолы...— такого еще не бывало в практике океанологических исследований.

Самая крупная впадина— Атлантис-II площадью около 60 км² заполнена рассолом с температурой 56°С, и эта температура постоянна до самого дна. Затем появились сообщения о воде с температурой 58° (исследовательское судно ФРГ «Метеор») на глубине свыше 2000 м, а затем и о воде с температурой 72°,5 (американское судно «Океанограф»).

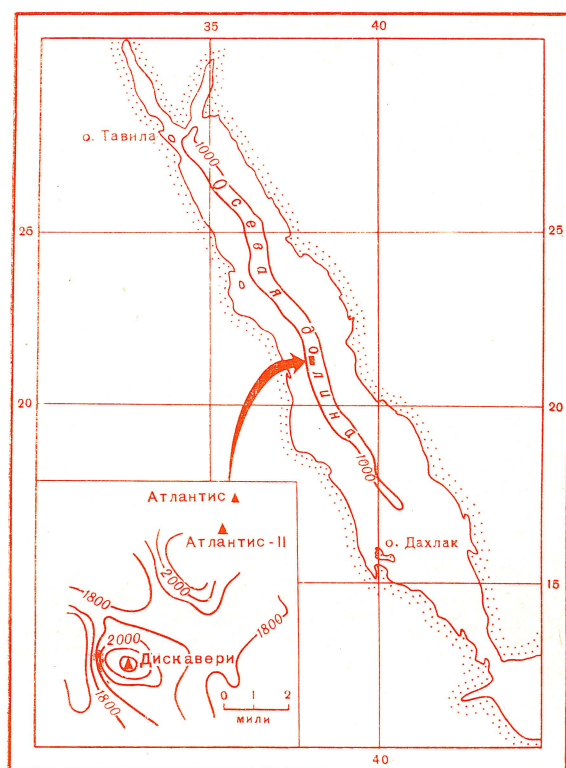
Удалось выяснить, что тяжелые придонные рассолы котловин очень слабо смешиваются с водой Красного моря. Однако между собой впадины «общаются»: можно предполагать, что рассол из котловины Атлантис-II периодически переливается в сосед-

ние. Конечно, судить об этом можно лишь по косвенным данным. Очень интересны рассолы по своему химическому составу: они содержат в тысячи раз больше железа, марганца и цветных металлов, чем морская вода. Говоря о рассолах, нельзя не упомянуть об осадках, которые здесь чрезвычайно своеобразны. Осадки во впадинах содержат много гидроксидов железа и обогащены цинком, медью, свинцом и молибденом. Их можно рассматривать как своеобразную полиметаллическую руду.

При исследовании происхождения рассолов возникали различные предположения. Сначала думали, что рассолы могут формироваться в результате испарения морской воды в мелководных лагунах и затем стекать в котловину. Но оказалось, что лагуны с рассолами подобной температуры и солености на побережье Красного моря неизвестны. Кроме того, почему рассолы выбрали именно три котловины? Ведь их здесь значительно больше. Затем было высказано мнение, что рассолы могут быть остаточными, что они сформировались в плейстоцене, при низком уровне океана, когда Красное море было изолированным усыхающим бассейном. Но опять непонятно, почему во всех других впадинах моря, в том



На земном шаре известно несколько глубоководных морей, которые соединяются с океаном довольно мелководными проливами. Среди них — Красное море (глубина Баб-эль-Мандебского пролива 125 м) и Черное море (глубина пролива Босфор 75 м). Однако на этом их сходство кончается. В Красном море никто не наблюдал той сероводородной зоны, которой знаменито Черное море. Почему? Основная причина этого явления — интенсивное развитие процессов перемешивания вод. На рисунке стрелками показана основная циркуляция. Она охватывает всю толщу Красного моря, а в Черном наблюдается лишь в верхнем 200-метровом слое. В верхней части рисунка выделены различные красноморские водные массы. Справа — график распределения температуры и солености для Индийского океана и Красного моря



Очаги горячей воды в Красном море. Глубоководные котловины, где впервые обнаружена горячая вода, названы именами кораблей

числе и в более глубоких, никаких признаков рассолов не обнаружено?

В следующей гипотезе предполагалось, что вода Красного моря растворяет обнажающиеся на дне соляные залежи, и вследствие этого процесса формируются локальные линзы аномально соленых вод. Однако состав рассола морской воды соответствующей солености отличен от состава рассолов из впадин, причем это отличие относится ко всем главным компонентам — К, Са, Mg, SO₄. Кроме того, ни одна из перечисленных гипотез не объясняет, как попали в рассолы металлы.

Изучение условий образования и химического состава придонных рассолов показало, что их происхождение тесно связано с формированием донных осадков, а это заставляет обратиться к геологической истории Красного моря и окружающей его территории.

Котловина Красного моря представляет собой глубокий разлом в земной коре — часть планетарной рифтовой системы, приуроченной к гребням подводных срединно-океанских хребтов. В Индийском океане эта система охватывает зону Срединно-Индоокеанского хребта и проходит в Аденском заливе, в западной части которого разветвляется. Одна ветвь зоны разломов уходит на север, морфологическое продолжение ее — Красное море, залив Акаба и депрессия Мертвого моря. Другая ветвь выражена зоной восточно-африканских рифтов, с которыми связаны глубочайшие озера — грабены: Ньяса, Танганьика и другие.

Согласно распространенным за рубежом предположениям о расширении дна океанов, зоны рифтовых разломов являются источниками формирования новых участков океанического дна, которые образуются в ре-

зультате поступления глубинного материала. По этим представлениям, современные черты рельефа Земли сформировались в процессе перемещения огромных континентальных плит.

Принимая эти предположения, можно считать, что Красное море и Аденский залив представляют собой зародыши океанов. Их дно имеет типичный океанический характер: здесь нет континентальных пород; вдоль осевых зон водоемов обнаруживаются разломы в земной коре; магнитными измерениями обнаружены аномалии, характерные для молодых участков земной коры. Измерения теплового потока от дна Красного моря показали высокие его значения в глубинной рифтовой долине.

Косвенным подтверждением существования крупномасштабных движений земной коры в районе Красного моря может служить удивительное совпадение очертаний береговой линии аравийского и африканского берегов моря — они идут почти параллельно. Этот факт наряду с данными изучения рельефа, геологии и тектоники позволяет предположить, что отделение Аравийского полуострова и Африки началось около 20 млн. лет назад и продолжается в настоящее время.

В ОПРАВДАНИЕ ЗАГОЛОВКА СТАТЬИ

Красное море примечательно также многими гидрометеорологическими и биологическими особенностями.

Человека, впервые попавшего в этот район, поражает и подавляет удушливо-жаркий воздух над морем. Особенно невыносимой становится жара на Красном море при штиле. Именно в такую погоду пришлось здесь работать одному из нас на океанографическом судне. Спасали только кондиционеры в каютах, понижавшие температуру до 28°. На палубе же дышать было нечем, ни ветерка... Душ с забортной водой не освежал — температура воды превышала 30°, после душа на теле оставался налет соли. Был сентябрь, но и ночами работали без рубашек. Палуб-

ба все время оставалась влажной. Летом над всей акваторией моря чаще всего дуют северо-западные ветры — вдоль продольной оси моря. Зимой над его южной частью господствуют юго-восточные ветры, а над северной сохраняются северо-западные. Летом здесь очень жарко: средняя температура воздуха в августе $27^{\circ},5$ на севере и $32^{\circ},5$ на юге; максимальная температура достигает 47° . Зимой прохладнее: температура в январе на севере понижается до $15^{\circ},5$, а на юге до 27° . Годовая сумма осадков здесь очень мала. Все это и интенсивное испарение с поверхности ведет к сильному осолонению верхних слоев моря. К тому же очень слаба связь с океаном — только через узкий Баб-эль-Мандебский пролив, глубина порога в котором 125 м. Водный баланс моря почти целиком зависит от условий водообмена через этот пролив и от испарения с поверхности моря. За год испаряется слой воды около 3 м!

Почему же, несмотря на такую слабую связь с океаном, глубинные воды Красного моря, в отличие от Черного, не заражены сероводородом? Эту особенность можно объяснить лишь интенсивным развитием процессов перемешивания.

Первостепенную роль в образовании глубинной воды Красного моря и в вентиляции всей толщи вод играет конвективное (плотностное) перемешивание. Оно происходит из-за охлаждения поверхностных вод моря зимой на $4\text{--}6^{\circ}$. Летом конвекция возникает в результате осолонения верхнего слоя при испарении. Конвекция выравнивает температуру и соленость по вертикали, в глубинные слои поступает с поверхности кислород, а в верхний слой выносятся биогенные вещества. Основной очаг конвекции находится на севере моря. Оттуда охлажденная плотная вода опускается по склонам дна в глубинные слои до 250 м и более. Чем южнее, тем меньше глубина конвекции (150—100 м). Зимнее охлаждение порождает более интенсивное перемешивание, но и летом сильное испарение заставляет поверхностную осолоненную воду опускаться в глубины. Правда, такой конвекции мешает вы-

сокая температура воды — прогретая вода имеет меньшую плотность. Поэтому летняя конвекция не столь существенна в формировании гидрологического режима.

Однако только конвекция не может обеспечить полного вертикального обмена вод в море с глубинами более 2000 м. Существенна и роль циркуляции вод. Она обусловлена двумя главными факторами: характером ветров и колебаниями уровня моря, вызываемыми сезонным ходом испарения.

Летом поверхностные течения создают нагон вод вдоль африканского побережья и их опускание на глубины. У аравийского побережья, наоборот, происходит сгон поверхностных вод и подъем на их место глубинных. Такая циркуляция приводит к нагону поверхностных вод в Баб-эль-Мандебский пролив и к образованию дрейфового течения, направленного в Аденский залив. В то же время летом здесь усиливается испарение, что влечет за собой понижение уровня всего моря и усиление промежуточного компенсационного течения из Аденского залива.

Таким образом, поперечная циркуляция в верхнем слое моря, носящая сгонно-нагонный характер, имеет противоположное направление в теплый и холодный периоды года. В глубинном слое по всему морю весь год осуществляется медленное движение воды на юг. Хорошо развитые процессы конвективного и динамического перемешивания приводят к тому, что Красное море имеет очень однородную температуру и соленость во всей толще вод.

Одна из наиболее отличительных черт гидрологии Красного моря — очень высокая температура и соленость его глубинной воды, а также двухслойная (зимой) и трехслойная (летом) система течений Баб-эль-Мандебского пролива. Максимальные скорости дрейфовых течений* в проливе в некоторых случаях могут до-

ходить до 1 м/сек, а это — довольно редкое явление.

По данным инструментальных измерений сток красноморской воды в проливе равен $13\,500\text{ км}^3$ в год ($1,54 \cdot 10^9\text{ м}^3/\text{час}$), или приблизительно 5—6% объема всего Красного моря. Эта величина ничтожно мала по сравнению с объемом Аравийского моря (куда поступает трансформированная красноморская вода) и, уж конечно, по сравнению с объемом всего Индийского океана, однако влияние красноморской воды чувствуется почти на всей акватории этого океана.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ЖИВОТНЫЙ МИР КРАСНОГО МОРЯ

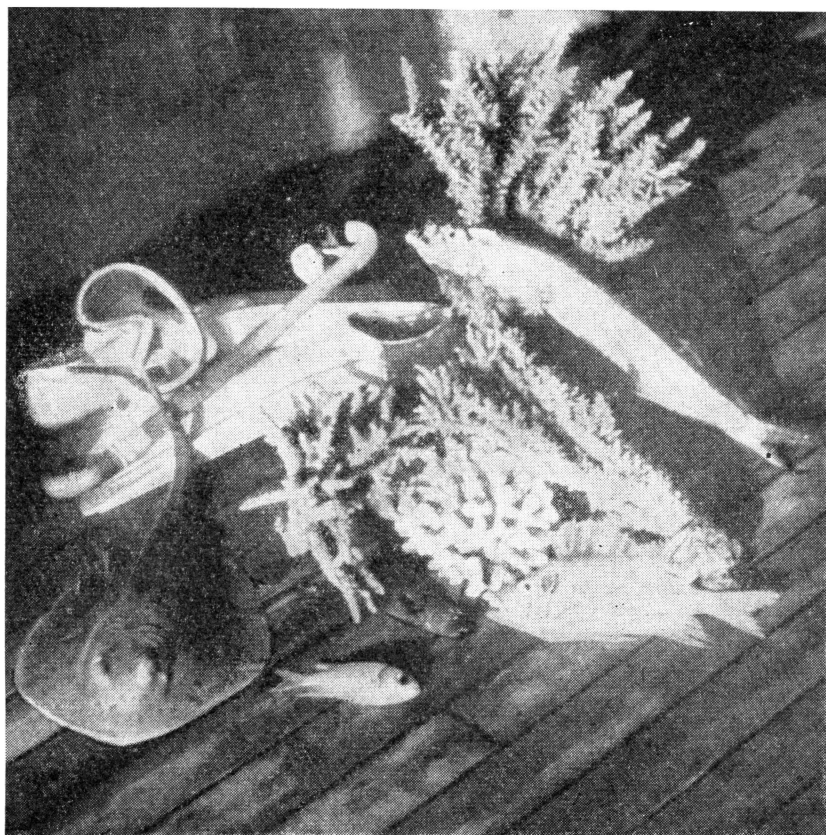
Удивительна и разнообразна жизнь многочисленных коралловых рифов и глубин моря. Над водой носятся летучие рыбы, в воде видны купола медуз, паруса физалий, мелькают плавники акул, встречаются дельфины и иногда — громадные черепахи. Ночью на свет собираются кальмары. Коралловых рифов здесь так много, что в некоторых районах они затрудняют мореплавание. Иногда рифы образуют бухты, называемые шермами. Особенно красивы рифы с самолета: «В темно-синюю полосу моря вплетаются разноцветные гряды коралловых рифов — иссиня-черных, бирюзовых, нефритово-зеленых, охровых, сиреневых и снежно-белых»*.

Растительный и животный мир Красного моря все еще остается изученным весьма слабо. Одним из доказательств служит то, что во время экспедиции Ж. И. Кусто на «Калипсо» в 1952 г. было открыто несколько неизвестных видов рыб.

Во время подводной экспедиции Кусто в Красном море («Прекоинтент-2») океанавты наблюдали интенсивные вертикальные суточные миграции планктона — его подъем ночью к поверхности моря и опускание днем до нескольких сот метров. В этих миграциях участвуют миллио-

* Д. М. Толмазин. Океан в движении. «Земля и Вселенная», № 5, 1970 г.

* Ж. И. Кусто. Мир без солнца. Гидрометеиздат, Л., 1967 г.



Красноморский натюрморт на палубе исследовательского судна



Жилище аборигенов на берегу Красного моря

Фото Н. А. Тимофеева

ны тонн планктона, влияя на весь цикл жизни моря, так как вместе с планктоном перемещаются и рыбы. По биомассе зоопланктона северная и средняя части Красного моря соответствуют Адриатическому морю, а южная — Аденскому заливу и открытым частям Черного моря. Средняя плотность планктона в слое 0—100 м в северной части Красного моря 120 мг/м³, а в южной — 600 мг/м³.

Благодаря зоопланктону в Красном море и Аденском заливе наблюдается очень интенсивная биолюминесценция, наибольшая по интенсивности во всем Мировом океане. Вертикальное и горизонтальное распределение светящегося планктона, среди которого преобладают мелкие рачки, находится в соответствии с распределением его общего количества. Максимальное свечение наблюдается в верхнем 100-метровом слое, а с увеличением глубины уменьшается. Наряду с зоопланктоном, в образовании светящегося слоя существенную роль играет также фитопланктон. Возможно, что микроскопической водоросли *Trichodesmium erythraeum* Красное море обязано своим названием. При цветении ее в огромном количестве образуются красноватые полосы на поверхности моря. В обычное же время воды Красного моря густого темно-синего цвета.

История формирования современной ихтиофауны Красного моря (сейчас в нем насчитывается более 500 видов рыб) неразрывно связана с его геологическим прошлым. Возникновение Красного моря относят к периоду эоцена. Тогда существовал довольно большой залив Средиземного моря, который постепенно (в олигоцене и миоцене) формировался как котловина. Время от времени котловина вновь соединялась со Средиземным морем. В начале плиоцена произошло соединение его с Индийским океаном, а в конце этого периода Красное море окончательно отделилось от Средиземного.

Все это, естественно, наложило свой отпечаток на состав ихтиофауны Красного моря. С периода плиоцена началось смещение средиземноморской и индо-тихоокеанской фаун. Постепенно, по мере того как в Крас-

ном море складывались характерные для него гидрологические условия, побеждали океанские виды. В настоящее время, благодаря связи Красного моря с Индийским океаном через Баб-эль-Мандебский пролив, происходит дальнейшее проникновение в него океанских видов. В то же время наблюдается миграция рыб из Красного моря в Средиземное.

Среди промысловых рыб Красного моря, особенно в его северной части, — сардина, ставрида и скумбрия (70% от общего улова). Сардину ловят кошельковыми неводами на свет. Летом в северную часть моря заходят тунцы, но более значительные их скопления наблюдаются на юге моря. Ихтиологи считают, что из-за низкого содержания в воде биогенных веществ в Красном море не следует ожидать большой активизации рыбного промысла, хотя рыба в промысловых скоплениях встречается.

Разнообразная ихтиофауна зоны коралловых рифов не может служить промысловой базой. Здесь, особенно среди живых кораллов, наблюдается обилие рыб самых различных видов, но в их распределении пока трудно обнаружить какую-нибудь закономерность. В самых общих чертах рыбное население рифов можно разделить на две группы. Первая — это рыбы, обитающие на каком-нибудь определенном участке среди рифов: различные виды морских окуней, пристипома, рыбы-попугаи, рыбы-носороги, рыбы-хирурги. Другая группа совершает перемещения вдоль рифов — это каранксы, акулы, тунцы, спратейлоды. Фауна рыб зоны коралловых рифов пока не поддается объективному количественному учету. Ее обилие и разнообразие подчеркивает и Кусто. Он отмечает, что наиболее богата и разнообразна фауна до глубины 70 м, но потом постепенно беднеет. На глубине около 240 м «ныряющее блюдце», с которого проводились наблюдения, вошло в зону весьма интенсивной жизнедеятельности. Здесь встречались необычные рыбы — прозрачная, рыба-лента, а также креветки и кальмары.

В глубинах Красного моря, на его дне, много неизведанного. «Жаркое» море ждет своих исследователей.



КРУГОВАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА ПЛАНЕТ

Американский астроном Дж. Кемп со своими сотрудниками изучил поляризацию света планет Юпитера, Венеры, Марса, Меркурия, а также Луны. Ему удалось обнаружить круговую поляризацию света, отраженного планетами.

Обычно круговую поляризацию света вызывает сильное магнитное поле, но изученные планеты, за исключением Юпитера, не имеют заметных магнитных полей. Обнаруженный эффект можно еще объяснить характером рассеяния света поверхностями или атмосферами планет. Анализ наблюдений позволил Кемпу и его сотрудникам сделать вывод, что круговую поляризацию света Юпитера и Венеры порождает рассеяние в их атмосферах, а поляризацию света Меркурия и Луны — рассеяние твердой пылевой поверхностью. У Марса обнаружены оба вида рассеяния: атмосферное — в синих лучах и поверхностное — в красных. Попытки найти круговую поляризацию света Урана и Нептуна пока успеха не принесли.

«Science News», 100, 5, 1971.

ИЗМЕНЯЕТСЯ ЛИ ТЕМПЕРАТУРА ЗЕМЛИ ВСЛЕДСТВИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА?

Двуокись углерода в атмосфере по весу составляет около 0,05%, но это небольшое количество действует подобно стеклянной крышке оранжерей. Без такой защиты температура поверхности Земли была бы ниже. Каждый год в атмосферу выбрасывается вместе с продуктами сгорания минеральных топлив около $1,5 \cdot 10^{10}$ т двуокиси углерода, отчего ее содержание за последние десятилетия, как полагают, увеличилось на 7%. Насколько повысилась температура Земли в результате парникового эффекта?

На этот вопрос недавно ответили американские ученые С. Расул и С. Шнайдер (Годдардовский институт космических исследований НАСА). Их расчеты относятся к модели атмосферы, близкой к реальной, с различными концентрациями CO_2 . Они пришли к выводу, что по мере увеличения содержания двуокиси углерода, рост температуры замедляется. Следовательно, катастрофического события не предвидится: «...даже восьмикратное увеличение содержания CO_2 , что очень маловероятно в течение ближайших тысячелетий, повысило бы температуру земной поверхности меньше чем на 2°K ».

Гораздо важнее эффект возрастающего содержания пыли в атмосфере. Исследования указывают, что за последние 60 лет общее содержание взвешенных частиц в атмосфере могло удвоиться. Оценка влияния пыли на температуру Земли гораздо сложнее расчетов для CO_2 . Способность аэрозоля рассеивать и поглощать поступающее излучение Солнца и излучение, испускаемое Землей, зависит от состава частиц, их числа, размеров и формы.

Расул и Шнайдер нашли, что при возможных параметрах частиц пыль понижает поверхностьную температуру, так как она эффективнее задерживает солнечное излучение, чем земное. По мере того как количество пыли увеличивается, понижение температуры ускоряется: благодаря аэрозолю Земля становится лучшим отражателем солнечного света. В результате такого лавинообразного отрицательного тепличного эффекта возможны изменения климата в большом масштабе.

По мнению Расула и Шнайдера, даже если предположить, что скорость процессов удаления частиц атмосферной пыли остается постоянной, все же трудно предсказать, как быстро усилится непрозрачность атмосферной дымки с увеличением засорения атмосферы пылью в результате человеческой деятельности. «Однако есть предположение, что в течение ближайших 50 лет ожидается рост загрязнения в 6—8 раз. Если эта скорость засорения... усилит существующую теперь непрозрачность атмосферной дымки в 4 раза, то земная температура понизится на $3,5^\circ \text{K}$. Можно считать, что столь значительное понижение средней температуры земной поверхности, если оно продлится несколько лет, окажется достаточным, чтобы начался ледниковый период. Впрочем, возможно, что к тому времени ядерная энергия в значительной мере заменит минеральное топливо».

«Sky and Telescope», 42, 5, 1971.

Конструктор советских ракетно-космических систем Сергей Павлович Королёв

**Академику С. П. Королеву
сейчас исполнилось бы
65 лет. Сергей Павлович
со студенческих лет
был наделен даром
предвидения научно-
технического прогресса.
Его прогнозы
подтверждены
развитием советской
космонавтики.**

Развитие космонавтики тесно связано с развитием авиации и ракетной техники. Космические корабли и мощные многоступенчатые ракеты-носители создавались с учетом достижений авиационной науки и техники. Советские летчики-космонавты уверенно стабилизируют корабли, выполняют сложные маневры в космическом пространстве, выходят в скафандрах в открытый космос, работают в условиях космического пространства и осуществляют посадку в заданные районы на поверхности Земли.

Сосредоточение значительных интеллектуальных сил и материальных ресурсов на «космическом фронте» нашей страны привело к ускоренному развитию многих разделов науки и техники. Так, например, для наблюдения за полетом космических объектов и быстрого определения параметров их траекторий созданы уникальные системы наземных радиолокационных и радиотехнических станций, весьма чувствительных радиоприемных устройств и автоматизированных вычислительных центров. Совершенствование автоматических систем управления полетом обусловило быстрый прогресс прецизионной гироскопии и микрорадиоэлектроники. Развитие ракетного двигателе-

строения способствовало развитию таких наук, как термодинамики газов, химии и специальных разделов ядерной энергетики. Ученые-астрономы ведут планомерные исследования ближайших к Земле планет Солнечной системы (в наши дни — это одна из наиболее важных и актуальных задач астрономии). Исследования физических свойств космического пространства и условий жизни в космических кораблях способствовали возникновению новых наук: космической биологии, космической медицины, космической физики. Начинает развиваться наука о юридических нормах и международноправовом режиме космических полетов — космическое право.

Советская научно-техническая мысль стоит во главе прогресса современной ракетной техники и космонавтики. Первые межконтинентальные многоступенчатые баллистические ракеты были впервые запущены в СССР в 1957 г.; первый искусственный спутник Земли, первая ракета к Луне, первый космический корабль, первый полет человека в космос, первый полет экипажа из трех космонавтов, первый выход человека в космическое пространство, первая мягкая посадка космического аппара-

Сокращенный текст доклада, прочитанного на Первых чтениях, посвященных 10-летию юбилею полета в космос Ю. А. Гагарина, 12 апреля 1971 г.

га на поверхность Луны, создание первого искусственного спутника Луны и вывод на орбиту вокруг Земли первой орбитальной научной станции осуществила наша социалистическая держава, наш советский народ. В Советском Союзе впервые в мире выполнены полеты маневрирующих спутников, групповые полеты пилотируемых кораблей и запущены научные космические станции в район Венеры и к Марсу.

Выдающаяся заслуга в развитии практической космонавтики и ракетной техники принадлежит крупнейшему советскому конструктору ракетно-космических систем, дважды Герою Социалистического Труда, лауреату Ленинской премии, академику Сергею Павловичу Королеву.

С. П. Королев родился 30 декабря 1906 г. (по старому стилю) в Житомире, в семье учителя. Получив среднее образование, он поступил в Киевский политехнический институт, а в 1926 г. — на третий курс Московского высшего технического училища (МВТУ). В 1930 г. Сергей Павлович окончил МВТУ по специальности аэромеханика. С. А. Чаплыгин, В. П. Ветчинкин — эти знаменитые ученые русской аэромеханической школы, созданной отцом русской авиации Н. Е. Жуковским, были учителями С. П. Королева. Под руководством прославленного авиационного конструктора нашей страны А. Н. Туполева Сергей Павлович разрабатывал дипломный проект легкомоторного самолета СК-4.

Учебу в МВТУ Королев совмещал с практической работой и занятиями планеризмом и спортивной авиацией в школе летчиков. В 1929 г. Сергей Павлович участвовал в разработке конструкции планера «Коктебель» и его испытаниях в качестве летчика-парителя. Через год С. П. Королев сконструировал и построил новый планер «Красная Звезда». Этот планер обладал отличной аэродинамической компоновкой, но имел необычно большую нагрузку на квадратный метр площади крыла ($22,5 \text{ кг/м}^2$). 28 октября 1930 г. известный летчик Василий Андреевич Степанченко поднялся на «Красной Звезде» в воздух и, сделав крутой вираж, полетел

вдоль склона горы. «Вскоре он набрал высоту 300 м, после чего неожиданно для зрителей стал круто

пикировать. На планеродроме начался переполох, так как все решили, что произошла поломка. Но в ста метрах



С. П. Королев, М. К. Тихонравов, Б. Н. Воробьев, А. А. Космодемьянский в день, когда отмечалось 90-летие К. Э. Циолковского

от земли планер резко взмыл вверх и описал правильную петлю Нестерова («мертвую петлю»). Затем последовал набор высоты и — вторая, а за ней третья петля. Это было невиданно и неслыханно. Впервые в мире на планере в свободном полете была выполнена петля Нестерова и не одна, а три»*.

С 1930 по 1935 г. Королев сконструировал несколько планеров. Все они выдерживали значительные перегрузки. Последний планер СК-9, построенный в 1935 г., С. П. Королев решил превратить в ракетоплан, наметив установить на планере ракетный двигатель. К сожалению, по ряду причин переоборудование планера сильно затянулось и первый полет ракетоплана (получившего шифр «РП-318-1») состоялся 28 февраля 1940 г. РП-318-1 пилотировал летчик Владимир Павлович Федоров.

Познакомившись в 1929 г. с К. Э. Циолковским и его работами по ракетной технике, Сергей Павлович стал одним из организаторов Группы по изучению реактивного движения, работавшей в Москве при Центральном совете Осоавиахима. Он много и плодотворно трудился над различными проблемами реактивного движения. В 1934 г. Королев выступил с докладом «Полет реактивных аппаратов в стратосфере» на Всесоюзной конференции по изучению стратосферы в Ленинграде. Тогда С. П. Королев отметил: «Работа над реактивными летательными аппаратами трудна, но необычайно интересна и многообещающа. Трудности в конечном счете, несомненно, преодолимы, хотя, быть может, и с несколько большим трудом, чем это кажется на первый взгляд».**

В конце 1933 г. Группа по изучению реактивного движения в Москве и Газодинамическая лаборатория в Ле-



С. П. Королев на полигоне

* К. И. Трунов. Первый ракетоплан в СССР. «Из истории авиации и космонавтики», вып. 4. М., 1966 г.

** Труды Всесоюзной конференции по изучению стратосферы. Изд. АН СССР, 1935 г., стр. 855.

нинграде объединились, и в Москве сформировался Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ). Работая в этом институте, С. П. Королев трудится в основном над созданием крылатых управляемых ракет с большой дальностью полета и ра-

кетопланов. Его особенно интересует проблема создания ракетных летательных аппаратов, способных поднимать человека на большие высоты. В 1934 г. выходит книга Сергея Павловича «Ракетный полет в стратосфере».

В марте 1935 г. на заседании I Все-союзной конференции по применению реактивных летательных аппаратов к освоению стратосферы Сергей Павлович выступил с докладом «Крылатая ракета для полета человека», в котором он определил следующие конструктивные признаки ракетоплана: малый размах крыла, малое удлинение, значительная длина фюзеляжа, большая часть объема которого занята топливом, двигателем и герметической кабиной летчика. Он говорил, что «основное место занимает мощный ракетный двигатель на жидком топливе. От достижений в этой области в прямой зависимости находится осуществление полета человека на ракетном аппарате». Отметив большое значение крылатых ракет для полетов человека в стратосфере, Сергей Павлович сказал: «Задача дальнейшего заключается в том, чтобы упорной повседневной работой без излишней шумихи и рекламы, так часто присущих, к сожалению, еще до сих пор многим работам в этой области, овладеть основами ракетной техники и занять первыми высоты страто- и ионосферы» *.

С 1946 г. С. П. Королев начал работать над созданием мощных советских баллистических ракет. Первые баллистические ракеты, созданные под руководством Королева, воплотились в металл в первой половине 1947 г., а осенью начались их полигонные испытания. Двигатель через 2—3 секунды после включения развил полную мощность, ракета мягко и легко отделилась от пускового стола, пролетела 80—100 м по вертикали, а затем, набирая все большую скорость, «легла на курс». Приборы системы управления, воздушные и газовые рули постепенно отклоняли ось ракеты от вертикали. В расчетной точке (на заданной высоте при заданном векторе скорости) подача топлива в ракетный двигатель прекратилась и ракета полетела дальше, как пушечное ядро. Первый полет оказался

удачным. Ближайшие помощники Сергея Павловича, не в состоянии сдержать бурный восторг, начали качать главного конструктора, высоко подбрасывая в воздух. Мне запомнился этот ясный осенний день в русской бескрайней степи. Советская наука открыла новую область в развитии отечественной ракетной техники.

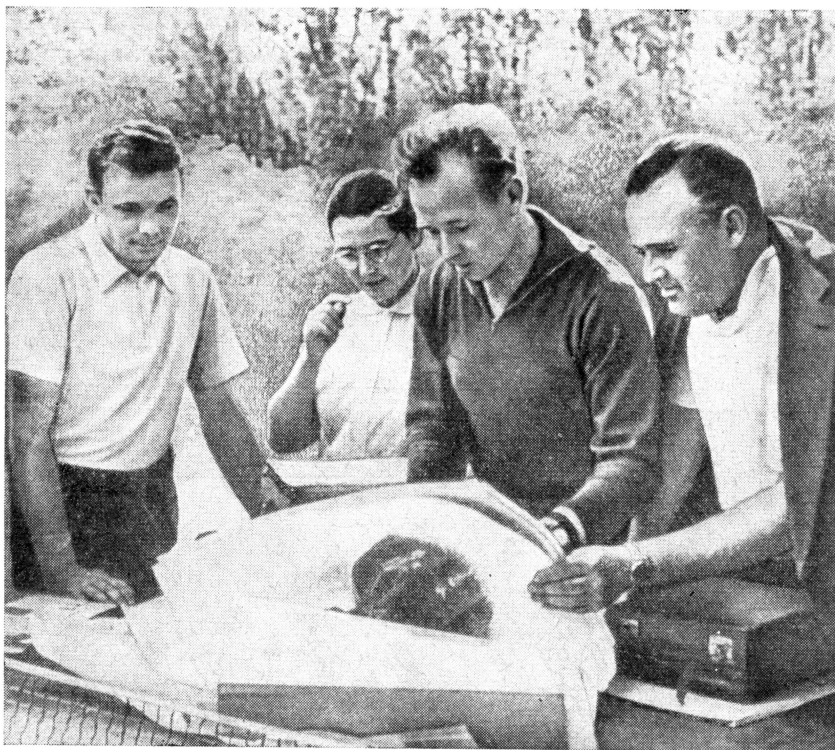
В 1957 г. впервые стартовала межконтинентальная многоступенчатая баллистическая ракета, созданная под руководством С. П. Королева. В сообщении ТАСС 27 августа 1957 г. говорилось: «Испытания ракеты прошли успешно, они полностью подтвердили правильность расчетов и выбранной конструкции. Полет ракеты проходил на очень большой, еще до сих пор не достигнутой высоте. Пройдя в короткое время огромное расстояние, ракета попала в заданный район. Полученные результаты пока-

зывают, что имеется возможность пуска ракет в любой район земного шара» *.

Еще в 1911 г. основоположник теоретической ракетной техники и космонавтики К. Э. Циолковский писал: «Первый великий шаг человечества состоит в том, чтобы вылететь за атмосферу и сделаться спутником Земли» **. Этот великий шаг в истории цивилизации сделал Советский Союз 4 октября 1957 г., когда на околоземную орбиту мощной космической ракетой был выведен первый в мире искусственный спутник Земли. Главным конструктором спутника и многоступенчатой ракеты-носителя был С. П. Королев. В последующие годы он руководил созданием пилотируе-

* «Правда», 27 августа 1957 г.

** К. Э. Циолковский. «Реактивные летательные аппараты». «Наука», М., 1964 г., стр. 219.



С. П. Королев, А. А. Леонов, В. И. Гагарин, Ю. А. Гагарин

* С. П. Королев. Крылатая ракета для полета человека, «Техника воздушного флота», № 7, 1935 г., стр. 56.

мых ракетно-космических комплексов «Восток», «Восход» и «Союз».

С. П. Королев обладал выдающимся даром научно-технического предвидения, необычайной силой воли. Он был расчетливым и дальновидным организатором. Окружающих поражали его неиссякаемая энергия, глубокая инженерная интуиция и смелость в решении труднейших научно-технических проблем. Он хорошо понимал значение достигнутого и не терял уверенности в победе при временных неудачах. В его голове созрел смелый план завоевания космоса и он последовательно решал совместно с большими коллективами советских ученых, инженеров, рабочих все более сложные и величественные проблемы. Создавая новую технику, Сергей Павлович был беспощаден к необоснованному прожектерству и маниловщине, к многочисленным «интеллигентским» высказываниям, не таящим желания творить собственными руками и разумом новый мир реальных вещей. Он неутомимо искал решений, способных двигать конкретное дело вперед, и находил их.

Вот краткий перечень крупнейших завоеваний советской науки и техники, достигнутых под руководством выдающегося конструктора ракетно-космических систем Сергея Павловича Королева:

октябрь 1957 г.— запуск первого искусственного спутника Земли; достижение пер-

вой космической скорости

апрель 1961 г.— полет первого в мире космонавта Юрия Алексеевича Гагарина;

август 1961 г.— суточный полет в космосе Г. С. Титова;

август 1962 г.— первый групповой полет А. Г. Николаева и П. Р. Поповича;

июнь 1963 г.— одновременный полет первой женщины-космонавта В. В. Терешковой и В. Ф. Быковского;

октябрь 1964 г.— полет В. М. Комарова, К. П. Феоктистова и Б. Б. Егорова;

март 1965 г.— полет П. И. Беляева и А. А. Леонова. Выход Леонова в свободное космическое пространство;

апрель —

ноябрь 1965 г.— запуски первого советского спутника связи «Молния-1» и автоматических межпланетных станций «Венера-1» и «Венера-2»;

январь 1966 г.— запуск автоматической межпланетной станции «Луна-9», впервые в мире осуществившей мягкую посадку на Луну и передачу на Землю изображения лунной поверхности;

март 1966 г.— первое достижение Венеры.

Перечисленные полеты — версто-

вые столбы развития науки и техники всего человечества в XX столетии.

Жизненный путь академика С. П. Королева оборвался 14 января 1966 г. Он скончался на шестидесятом году жизни, «зрело знающим работу», в полном расцвете творческих сил и таланта. Урна с его прахом покоится в исторической стене Московского Кремля.

На траурном митинге в Москве президент Академии наук СССР М. В. Келдыш сказал: «Академик Сергей Павлович Королев принадлежит к числу тех замечательных ученых нашей страны, которые внесли неизгладимый вклад в развитие мировой науки и культуры». Первый летчик-космонавт планеты Земля Ю. А. Гагарин отметил в своем выступлении, что «с именем Сергея Павловича связана целая эпоха в истории человеческой цивилизации и техники»*.

Сергей Павлович воспитал многочисленные кадры ученых и инженеров, работающих теперь в научно-исследовательских и конструкторских организациях нашей страны в области ракетной техники и космонавтики.

Автор этой статьи склоняет свою поседевшую голову перед памятью великого человека XX века, замечательные творения которого прославили русский народ, советскую культуру и социалистическую Родину.

А. А. КОСМОДЕМЬЯНСКИЙ
профессор

* «Правда», 19 января 1966 г.



МАССА ПЛУТОНА

Американский астроном П. Сейдельман с сотрудниками выполнил новое определение массы самой далекой планеты Солнечной системы — Плутона. Это было сделано путем

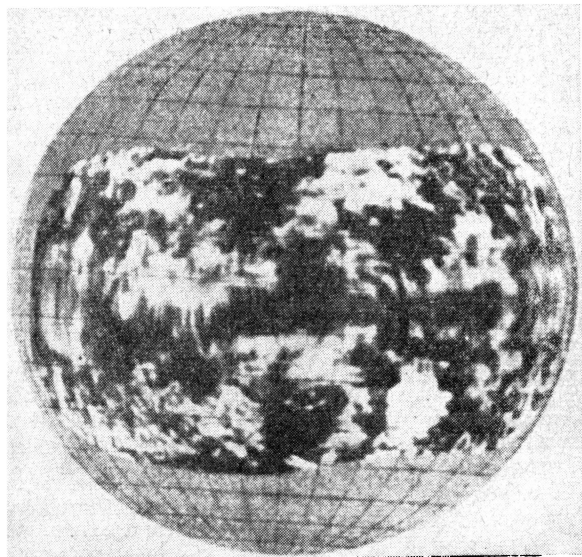
тщательного анализа возмущений в движении Нептуна, вызываемых Плутоном.

Масса Плутона оказалась равной 0,11 земной, т. е. значительно мень-

ше, чем предполагалось ранее. Возможная неточность этого определения составляет 20%. Если принять диаметр планеты 6 400 км, то средняя плотность Плутона составит 0,88 земной. Таким образом, никакой аномалии в плотности Плутона не существует. По массе и размерам планета очень схожа с Марсом.

«Sky and Telescope», 42, 2, 1971.

РАДИОКАРТА ВЕНЕРЫ



«Радиофотография» Венеры на волне 12,5 см. Как и на оптических изображениях Марса, яркие пятна на диске Венеры характеризуют природу грунта, а не особенности ее рельефа

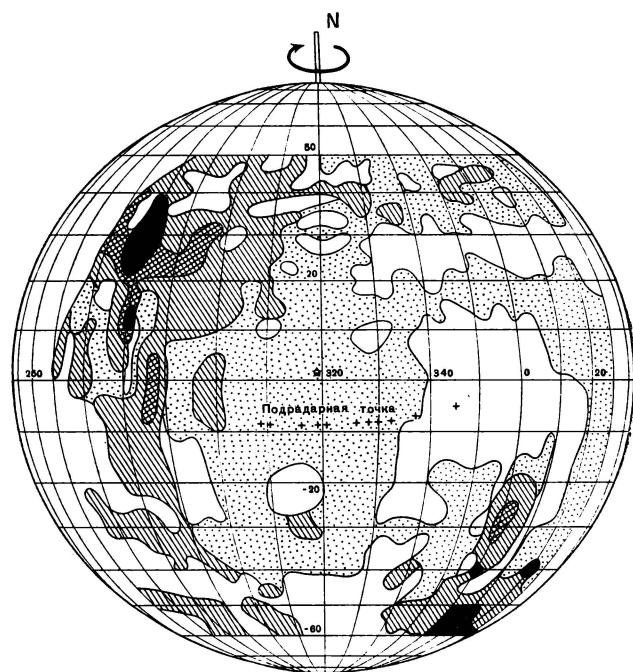
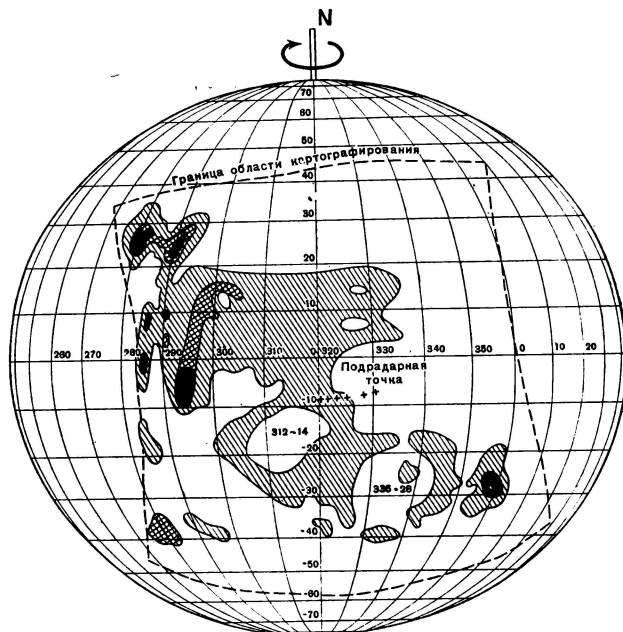
Даже на лучших фотографиях Венеры заметен лишь нечетко очерченный диск планеты с сероватыми пятнами. Визуально наблюдатели также обнаруживали на диске планеты только сероватые пятна слабого контраста. До недавнего времени никто не видел поверхности этой планеты, окутанной плотным облачным покровом.

Проникнуть сквозь облачный слой можно двумя способами. Первый — космические зонды. Советские автоматические станции серии «Венера» провели первые измерения в атмосфере планеты. Они установили, что давление у поверхности Венеры равно примерно 90 атм, а температура порядка 500° К.

Второй способ — радиолокация. Радиоволны беспрепятственно проходят сквозь атмосферу планеты и отражаются от ее грунта. В зависимости от того, сильно или слабо отражается радиосигнал от грунта, «эхо» приходит сильным или слабым. Таким образом и получают изображение поверхности Венеры.

Американские радиоастрономы проводили радиолокацию Венеры на волнах 70 см (Аресибо, Пуэрто-Рико) и 12,5 см (Голдстоун). Наблюдая планету в течение нескольких дней, они смогли получить «радиофотографию» и радиокарты Венеры.

«L'Astronomie», octobre — novembre
1971.



Радиокарты Венеры на длине волны 12,5 см (вверху) и 70 см (внизу). Хотя наблюдения проводились на столь различных волнах, обе карты имеют много общих деталей. На Венере обнаружены два больших круговых образования, подобных лунным морям. Координаты их центров: $\lambda = 335^\circ$, $\varphi = -28^\circ$ и $\lambda = 312^\circ$, $\varphi = -14^\circ$

ЛЕКЦИЯ ПРОФЕССОРА ЦВИККИ

В сентябре 1971 г. по приглашению академика В. А. Амбарцумяна Советский Союз посетил один из крупнейших американских астрофизиков профессор Ф. Цвикки. Он был гостем Бюраканской и Крымской астрофизических обсерваторий.

Советские астрономы знают профессора Цвикки как автора обстоятельной монографии «Морфологическая астрономия» (1957 г.) и многолетнего каталога галактик, в который вошло около 30 000 объектов. Цвикки совместно с В. Бааде предсказал еще в 1934 г. существование нейтронных звезд, открыл в области галактического полюса слабые голубые объекты, оказавшиеся впоследствии квазарами, он первым начал систематическое всестороннее изуче-

ние Сверхновых звезд и исследование компактных галактик.

Находясь в Москве, профессор Цвикки выступил с лекцией. Он остановился на достоинствах метода «морфологического анализа» в астрономии, опираясь на который и используя уже известные факты и закономерности, Цвикки сделал ряд интересных предсказаний. Такой подход к исследованию новых явлений он называет «методом направленной интуиции». Для иллюстрации Цвикки показал, как можно на основе существования последовательности характерных длин, составленных из физических мировых констант, предсказать существование последовательности звездных объектов разной природы:

Характерная длина		Звездные объекты
$\frac{h^2}{4\pi^2 e^2 m_e}$	Размер атома Бора (первой боровской орбиты) $0,5 \cdot 10^{-8}$ см	Обычные звезды
$\frac{h}{m_e c}$	Комптоновская длина волны электрона $2,5 \cdot 10^{-10}$ см	Звезды «карлики»
$\frac{h}{m_p c}$	Комптоновская длина волны протона $1,5 \cdot 10^{-13}$ см	Звезды «пигмеи» (по-видимому, не наблюдались)
Классический радиус		
$\frac{e^2}{m_e c^2}$	электрона $2,8 \cdot 10^{-13}$ см	Нейтронные звезды (пульсары)
$\frac{e^2}{m_p c^2}$	протона $1,7 \cdot 10^{-16}$ см	
$\left(\frac{Gh}{2\pi c^3}\right)^{1/2}$	Элементарная длина 10^{-33} см	«Адские» звезды (о их существовании современная теория ничего сказать не может)

Здесь h — постоянная Планка, e — заряд электрона, c — скорость света, m_e и m_p — масса электрона и протона, G — постоянная тяготения.

Затем профессор Цвикки рассказал о природе компактных галактик. Компактными Цвикки считает те объекты, у которых относительно высокая поверхностная яркость (больше 19-й звездной величины на 1 квадратную секунду дуги) и высокая концентрация излучения к цент-

ру. Такому определению соответствуют не только компактные галактики, но и квазары, N-галактики и некоторые другие объекты.

Первую компактную галактику Цвикки и Хьюмасы обнаружили 30 лет назад. Сейчас в каталоге галактик, составленном Цвикки, их содержится 4000. Компактные галактики достаточно распространены во Вселенной. Согласно оценкам Цвикки, на небе должно быть около 200 000

компактных галактик ярче 18-й звездной величины, т. е. всего в 100 раз меньше, чем нормальных галактик такой же яркости. Слабых компактных объектов, по-видимому, даже больше, чем нормальных галактик.

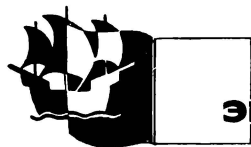
Пространственное распределение компактных объектов, по мнению профессора Цвикки, более однородно, чем распределение нормальных галактик. Так, если 90% нормальных галактик входят в группы и общее число таких образований достигает 10 000, то скоплений, состоящих из одних компактных галактик, известно только 10. В связи с этим Цвикки считает, что происхождение компактных объектов как-то связано со взрывами в ядрах нормальных галактик. При таких взрывах компактные объекты выбрасываются из системы с огромными скоростями.

Профессор Цвикки отметил большое разнообразие спектров у компактных галактик. Встречаются спектры, богатые линиями излучения и поглощения, и спектры вообще без линий. Наблюдаются также объекты с избытком излучения в ультрафиолетовой и инфракрасной областях. Профессор Цвикки подчеркнул, что вид спектров компактных галактик свидетельствует о присутствии в них звезд.

В своем выступлении профессор Цвикки сообщил интересные факты о несовпадении красных смещений у пространственно близких друг к другу нормальных и компактных галактик. Различия иногда достигает 10 000 км/сек. Кроме того, центральные области компактных галактик часто имеют существенно большее красное смещение, чем периферийные. По мнению Цвикки, увеличение красного смещения вызвано эффектами гравитации.

В конце лекции профессор Цвикки затронул вопросы энерговыделения в компактных объектах. Он считает, что большая плотность звезд в центральных областях галактик приводит к относительно частым их столкновениям со скоростями в несколько тысяч километров в секунду. Столкновения порождают грандиозные вспышки, при которых может выделяться энергия порядка 10^{53} эрг, т. е. раз в 10 больше, чем при вспышке Сверхновой в нашей Галактике. По предложению Цвикки 20 обсерваторий начали наблюдения нескольких компактных галактик, надеясь обнаружить в них такие «сверхвспышки».

Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ
профессор
Б. В. КОМБЕРГ



ЭКСПЕДИЦИИ

В 1971 г. наша страна широко отмечала 50-летие советской океанологии. Откликаясь на это событие, мы публиковали воспоминания ветерана Плавморнина В. А. Васнецова о постройке первенца советского океанографического флота — экспедиционного судна «Персей», о его первых плаваниях. Предлагаемый вниманию читателей очерк возвращает к самым первым дням советской науки о море, к тому времени, когда только зарождалось советское мореведение.

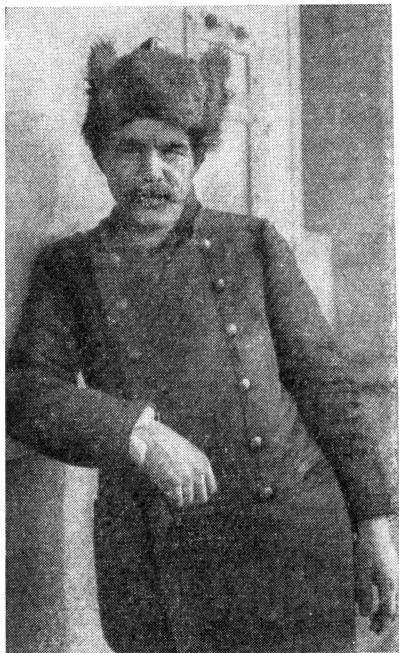
Первая советская экспедиция на ледокольном пароходе «Малыгин»



«Малыгин» во льдах Карского моря. 1921 г.

Лето 1921 года. У грузовой платформы Ярославской железной дороги стоят четыре товарных вагона до отказа набитые всевозможным «смешанным» имуществом. Высокий матрос (это был художник Владимир Михайлович Голицын) куском мела изобразил на стенках одного из вагонов огромные якоря и написал: «Вагон специального назначения Полярной экспедиции Плавучего морского научного института».

Вскоре вагоны подали к пассажирской платформе и после усиленных хлопот прицепили, наконец, к пассажирскому поезду. Так началось путешествие на далекий север. Исправных паровозов в то время не хватало. Котлы топили дровами, да при том еловыми. Зачастую на подъеме поезд останавливался: у паровоза не доставало силенок. Постояв, нагоняли пар в котле, и состав медленно трогался дальше.



Н. М. Сахаров — участник полярной экспедиции Георгия Седова на судне «Святой Фока»

Так потихоньку, с «комфортом» продвигалась экспедиция к северу. Вот и последняя станция перед Архангельском — Исакогорка, расположенная на очень высоком надпойменном берегу Северной Двины. Со станции Исакогорка вагоны быстро скатились вниз к пристани Двины и мы выгрузили в баржу все экспедиционное имущество. Вскоре буксир подвел нас к борту «Соловья Будимировича». Корабль произвел на меня неизгладимое впечатление не столько большими размерами, сколько массивностью, особенно своей носовой части; казалось, он целиком отлит из металла. Ознакомившись с кораблем и его палубными устройствами, я понял, что поставить аэроплан для выполнения аэрофотосъемки, что тогда являлось моей специальностью, некуда. Об этом неприятном обстоя-

тельстве я доложил начальнику экспедиции И. И. Месяцеву. От самолета отказались, а меня оставили в экспедиции как фотографа. За время нашей стоянки в Архангельске пришло распоряжение о переименовании корабля, ему было присвоено имя лейтенанта Малыгина, участника Великой северной экспедиции второй половины XVIII в., погибшего на побережье Сибири.

Много сил и энергии потребовала подготовка корабля к экспедиции, снаряжение его в далекий поход. Но и эта сложная работа подходит к концу, а мы все еще стоим у пристани. Задержка вызвана ожиданием угля из Англии. Угольщик «Джюра» был первым иностранным судном, пришедшим в порт после установления в Архангельске Советской власти, и мы первыми принимали с него уголь. Английские моряки с нескрываемым любопытством смотрели на плохо одетых русских моряков.

Приняв полный груз угля — 900 т, наведя на корабле чистоту и блеск, мы перешли к центру Архангельска и отдали якорь на рейде против Соборной пристани. Здесь еще продолжало поступать с берега экспедиционное оборудование.

На подводе, груженной легкими ящиками и тюками, приехал на пристань доцент Московского университета В. А. Яшнов. Уложив в шлюпку весь груз, Яшнов собирался отойти от пристани. В это время Володя Голицын привез из кузницы железные драги и рамы для тралов Сигсби. «Давайте сюда драги и трал», — крикнул Володе стоявший в шлюпке Яшнов. «Да ведь они тяжелые, Владимир Андреевич, а вы хотите положить их поверх легкого груза», — возразил Володя, — опрокинемся». «Ничего, давайте. Судно рядом, я один догребу. Не нужно будет лишний раз шлюпку гонять», — настаивал Яшнов. Не мог Володя возражать старшему, подал драги и трал, и Владимир Андреевич положил их на биологическое имущество. Но как только шлюпка отвалила от пристани, сразу же опрокинулась на виду у всех, стоявших на палубе «Малыгина». Вечером в каюткомпании Володя прокомментировал это событие карикатурой. С этого ри-

сунка начался экспедиционный журнал карикатур «БЛЭ — ВОО»*.

11 августа 1921 г. «Малыгин» отвалил от Соборной пристани и вышел в первую Полярную экспедицию Плавморнина. Программа ее работ была намечена специальным организационным комитетом в составе А. И. Россолимо (председатель), И. И. Месяцева (начальник экспедиции), Л. А. Зенкевича (заместитель начальника), А. А. Шорыгина, В. В. Алпатова, С. А. Зернова, Н. Н. Зубова, В. К. Солдатова, В. А. Яшнова (ученый секретарь) и других.

К сожалению, «неизбежные в море» обстоятельства — наше участие в проводке каравана судов Сибирской хлебной экспедиции — сломали все планы, сроки и даже маршрут.

Сегодняшний читатель должен лишь представить те условия, в которых проводились работы, а научные результаты... смысл тех лет и начинаний был в самой попытке их получить. Первое же плавание показало полную несовместимость планомерных исследовательских работ с хозяйственными задачами корабля.

Признаться, научная аппаратура экспедиции была бедна. Отечественная промышленность тогда никаких океанографических приборов не выпускала. Выписать что-либо из-за границы не представлялось возможным. Многие было изготовлено кустарным способом: сети, тралы и прочее оборудование для биологических работ. Совсем плохо было с гидрологическими приборами: во временное пользование разные организации выдали шесть батометров разных систем и один-единственный опрокидывающийся термометр Рихтера.

Никакого полярного обмундирования экспедиция не имела. Самое теплое, во что могли одеться люди, — это ватные куртки и брюки. Продовольствием корабль был обеспечен удовлетворительно, правда, однообразным. С трудом привыкали мы к своеобразному вкусу и запаху соле-

* В настоящее время журнал, как реликвия, хранится во Всесоюзном институте рыбного хозяйства и океанографии. (Прим. ред.)

ной трески, а некоторые так и не привыкли. Солонина тоже не отличалась высокими вкусовыми качествами. Во время плавания в Карском море, где «Малыгин» на несколько дней был зажат льдами, я убил тюленя. К обеду повар приготовил рагу из тюленины. Оно имело успех. Художник Василий Алексеевич Ватагин, подчищая свою тарелку кусочком хлеба, даже сказал: «Очень вкусно, ничуть не хуже баранины. Я не понимаю, почему на берегу не едят тюленьего мяса. А вы, Вовочка, постарайтесь еще подстрелить тюленей, ведь это так разнообразит наш стол». Я выполнил его просьбу, в последующие дни убил еще двух тюленей.

Я рассказал читателю, как мы шли Маймаксой от Соборной пристани до Северо-Двинского бара, о подготовке и снаряжении нашей экспедиции. Впереди показалось море и машина прибавила обороты. Белое море — преддверие Арктики — первое северное море, которое мне удалось наконец увидеть. Пройдя Белое море и его Горло, мы повернули к востоку и на 47-м меридиане начали работы по гидрологическому разрезу на север. Это предусматривалось планом экспедиции.

Первые станции на океанографическом разрезе... Как много интересно-го они принесли и какое оживление царило на палубе, тем более что погода была солнечной, а море чудесного голубого цвета. Но нашему радостному настроению быстро пришел конец. Уже к вечеру 15 августа разыгрался шторм. Опыта работы в сильное волнение у нас не было, приборов мало, и работы на разрезе пришлось прекратить. Штормовые волны сплющили в лепешку приготовленные на палубе цинковые ящики для зоологических коллекций.

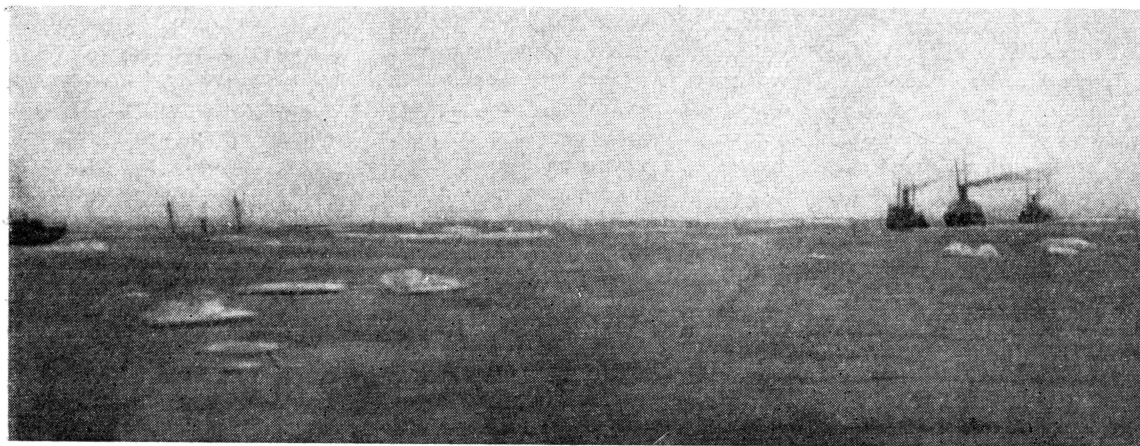
Решили укрыться в губе Крестовой, где находилось самое северное становище Ольгинское с метеостанцией, устроенной там в 1912 г. Г. Я. Седовым. Ее к этому времени не существовало.

С утра 17 августа сквозь туман стали просматриваться очертания берега, а затем — великолепный пейзаж горной страны: дикие скалы, слегка прикрытые снегом, сползающие к морю ледники.

Становище Ольгинское расположено в глубине Крестовой. Оно совсем маленькое — два дома, часовенка и склад. Мы отдали якорь, не доходя селения, и группой человек в 15 выса-

дились на берег. Простояли мы в Крестовой губе двое суток, и все это время я провел на берегу.

Мы знакомились с жизнью и бытом русских промышленников и ненцев (их называли тогда самоедами), видели устройство и убранство чума аборигена, побывали у него на «званом обеде», поднимались в горы любоваться заходом и восходом солнца, разделенных лишь несколькими минутами. Гидрографы определили астрономический пункт и измерили склонение магнитной стрелки, которое не производилось здесь со времени экспедиции Г. Я. Седова. Выйдя из Крестовой, «Малыгин» продолжил свой путь на север, выполняя научные наблюдения на станциях. Утром 21 августа температура поверхности моря резко понизилась, и вскоре с мостика заметили на горизонте высокую зеленовато-голубую льдину. Вслед за ней показались небольшие, прозрачные, причудливо, как кружево, обточенные волнами льдины. А часа через три на горизонте увидели кромку сплошного льда. В этот день экспедиция достигла самой северной точки 77°36' с. ш. и 63°18' в. д. Сделали попытку обойти кромку с юго-востока, держа курс к северной оконеч-



Гибель теплохода «Енисей» во время Сибирской хлебной экспедиции 1921 г. В левой части снимка видны трубы и мачты затонувшего корабля

ности Новой Земли, однако тяжелые льды закрыли проход в Карское море. Лед был очень сплоченным, нагроможденным, пробиться сквозь него стоило бы больших усилий. В ночь на 22 августа я проснулся от сильных толчков. Это капитан Степан Михайлович Карамышев все же сделал попытку продвинуться к востоку, но, пройдя несколько миль, мы уперлись в кромку, форсировать которую уже не могли...

К 1 сентября «Малыгин» должен был прибыть на Диксон для соединения с караваном судов Сибирской хлебной экспедиции, а времени оставалось совсем мало. К тому же оборвалась наша радиосвязь и получить сведения о ледовой обстановке мы не могли.

23 августа выдался безоблачный и безветренный день. Спокойное темно-синее море замыкалось на востоке берегами Новой Земли и сверкавшими на солнце снежными вершинами. Даже не верилось, что только вчера мы были в мире полярных льдов.

Возвращаясь к югу, экспедиция не имела времени снова выйти на 47-й меридиан. Наш обратный путь к острову Вилькицкого в Карском море становился почти в пять раз длиннее намечавшегося ранее, т. е. вокруг мыса Желания. Приходилось торопиться и лишь попутно делать станции в мелководной прибрежной зоне... Только на широте Гусиной Земли восстановилась наша радиосвязь и сразу же принесла неутешительные сведения: Карское море в районе острова Белого забито тяжелыми льдами. Для стареньких пароходов, участвовавших в Сибирской хлебной экспедиции, складывалась очень опасная обстановка.

«Малыгин» торопился на выручку. Кочегары держали пар на пределе, машина вертелась на самых полных оборотах. Вибрировал даже массивный стальной корпус судна, а из жерла широкой дымовой трубы, как из горелки примуса, вырывался иногда огонь. В Карское море мы вошли через пролив Карские Ворота. Как нам сообщила рация «Югорский шар», пролив только три-четыре дня тому назад освободился от льдов.

На пути к острову Белому в ночь на 28 августа «Малыгин» подошел к кромке льдов, а к утру оказался уже в тяжелых торосистых льдах полярного пака. Приведу запись из моего дневника от 29 августа: «Великолепный солнечный день. Льды стали очень крупными, так что не всегда удается их расколоть, и приходится лавировать между большими льдинами. Иногда встречаются огромные ледяные поля с нагроможденными на них торосами, ярко голубыми в изломах. Корабль с усилием форсирует лед. Иногда он взбирается на льдину чуть ли не до половины корпуса и только тогда она разламывается. В образовавшуюся трещину с шумом выскакивают снизу куски прозрачного льда, отколотые, должно быть, от подводной части ледяных полей. От колющегося льда стоит своеобразный звенящий шум и треск. От ударов о большие льдины иногда трудно устоять на ногах. К вечеру стало очень холодно. Полыни затягивает льдом, маленькие льдины смерзаются. 30 августа подошли к сплошной ледяной кромке, пробиться сквозь нее не удастся».

На другой день «Малыгин» оказался зажатым сплошными мощными торосистыми льдами, по которым можно было делать далекие прогулки. Льды были не местного происхождения, а принесены с севера, из Полярного бассейна. Мне захотелось услышать «белое безмолвие» и, взяв фотоаппарат и винтовку, я ушел дальше от корабля... Звенящая полярная тишина. Лед сжат так плотно, что даже не чувствуется шороха подвижек. От этой тишины, от сознания беспредельности окружающих тебя пустынных пространств в душу закрадывалось чувство восторга и страха. В такой обстановке нельзя долго оставаться одному.

Опасным было положение «Малыгина» 6—7 сентября. Тяжелые льды сжали его вплотную, начался дрейф. Всерьез высказывались опасения о возможности зимовки, если нас потащит к северу. Штурман достал вахтенный журнал «Соловья Будимирова» за прошлую зиму, когда он также был зажат льдами и остался на зимовку в Карском море. Штурман

читал этот документ вслух в кают-компании, просвещая нас, неопытных полярных мореплавателей. Не помню, для чего он это делал: то ли, чтобы использовать опыт предшественников, то ли в целях «поднятия духа» перед грозными нам опасностями.

Наконец, изменился ветер, льды разредело, и после десятидневного плена мы выбрались в зону мелкобитого льда. 11 сентября встретились с пароходами хлебной экспедиции в районе острова Вилькицкого.

Сопровождая эти старые пароходы, «Малыгин» задержался во льдах у острова Белого больше 10 дней. Здесь было сделано 20 станций, но расположены они на мелководье, бессистемно, и большого интереса не представляли.

В ночь с 14 на 15 сентября караван из 12 пароходов в кильватерной колонне медленно продвигался к западу среди разреженного льда.

Стоя на палубе, задрал голову и любуясь фантастическим зрелищем северного сияния, я вдруг услышал короткие гудки парохода, ему ответили другие и тут же заревел «Малыгин», отрывисто, тревожно. Одновременно я заметил, что на «Енисее», шедшем впереди нас, внезапно погасли все огни, он стал поперек курса, а корма его высоко задралась. «Так он же тонет!» — понял я... Ринувшись вперед, мы приблизились к тонущему судну, но его корма уже скрылась под водой. От момента столкновения «Енисея» с льдиной и до полного его погружения прошло 12 минут. К счастью, жертв не было. На месте гибели парохода мы задержались до утра. Он затонул на мелком месте, и на рассвете можно было различить торчавшие из воды мачты и верхушку трубы. Я сфотографировал эту печальную картину. Командный состав «Енисея» мы приняли к себе на борт. Капитаном «Енисея» был Н. М. Сахаров, в прошлом командовавший «Святым Фокой» — кораблем Полярной экспедиции лейтенанта Г. Я. Седова. Вечерами в кают-компании «Малыгина» он рассказывал нам много интересного об этой экспедиции.

Дня через три после гибели «Енисея» начался жестокий шторм. Боль-



Группа участников первой арктической экспедиции Плавучего морского научного института в 1921 г. на ледокольном пароходе «Малыгин». Среди них: В. М. Голицын, Л. А. Зенкевич, И. И. Месяцев, А. Д. Старостин, Б. К. Флеров, С. В. Бруевич, В. А. Яшинов, В. А. Васнецов, жизнь и деятельность которых была тесно связана с Плавморнином и развитием советского мореведения. (Редкий снимок)

шой грузовой пароход «Обь» стал подавать тревожные сигналы. Его старый корпус был сильно помят льдами, а мы все еще не могли из них выбраться... Опасаясь новой катастрофы, решили распределить груз «Оби» по другим кораблям. Основную часть ее груза должен был принять «Малыгин».

Эту операцию пришлось проделывать в открытом море в штормовую погоду. «Обь» стала на якорь, «Малыгин» подошел к ее борту и тоже отдал якорь. С другой стороны подошли «Сибиряков» и «Русанов», чтобы

на всякий случай быть поближе. Рядом стал и английский корабль, зафрахтованный в экспедицию для перевозки хлеба. На его борту был Отто Свердруп. Он участвовал в проводке судов хлебной экспедиции в качестве «ледового лоцмана», как человек опытный, хорошо знающий условия плавания во льдах. Отто Свердруп, капитан знаменитого «Фрама», соратник и друг Фритьофа Нансена! Как мне хотелось побывать там, поближе, посмотреть на Свердрупа, но в такой жестокий шторм об этом нечего было и думать.

Наконец, перегрузка закончена, «Обь» пуста. Караван снова построился в кильватер, по-походному, и в 7 часов 20 сентября тронулся в дальнейший путь. «Обь» идет с нами самостоятельно, мы следуем за ней... В 10 часов у «Оби» лопнул штуртрос и она подняла сигнал, чтобы ее взяли на буксир. Видно, как по палубе «Оби» мечутся люди в желтых спасательных нагрудниках. Корабль, лишившись руля, уже вышел из строя. Огромный пустой корпус «Оби» возвышается над морем. Штормовой ветер сильно кренит его на левый борт.

Не переставая тревожно гудит свисток. Мы подошли к подветренному борту, чтобы снять людей. Наклонная обледенелая палуба «Оби» оказалась вровень с нашим спардеком, а наветренный борт вдвое выше нашего низкосидящего ледокола.

Не успели мы зацепиться за «Обь» пеньковыми тросами, как стало твориться нечто невообразимое. По наклонной скользкой палубе сдуваемые страшным ветром, обезумевшие от страха люди скатились к борту и, переваливаясь через поручни, как кульки, сыпались на наш спардек... Стоянка наша была очень опасной, сильный ветер валил громаду парохода на «Малыгин», и мы тоже начали крениться в сторону «Оби». Дальше рисковать было нельзя и «Малыгин» оставил «Обь». Никто не знает, где затонул этот злополучный корабль. Мы пошли своим курсом, очень скоро освободились от льдов и уже 22 сентября покинули Карское море через пролив Югорский Шар. Никаких научных работ на обратном пути мы не производили: на судне негде было повернуться, на борту оказалось пассажиров больше 80 человек... В Архангельск «Малыгин» прибыл 27 сентября 1921 г. Так закончилась первая Арктическая экспедиция Плавучего морского научного института.

Как видно из моего рассказа, условия плавания были весьма неблагоприятны для выполнения планомерных научных работ по разработанной



В. М. Голицын (1901—1942 гг.). Талантливый советский художник, участник многих арктических экспедиций

программе. Зачастую приходилось делать станции не там, где нужно, а там, где позволяли обстоятельства. Собранные материалы не дали возможности сделать большие обобщающие выводы, их объем для этого недостаточен.

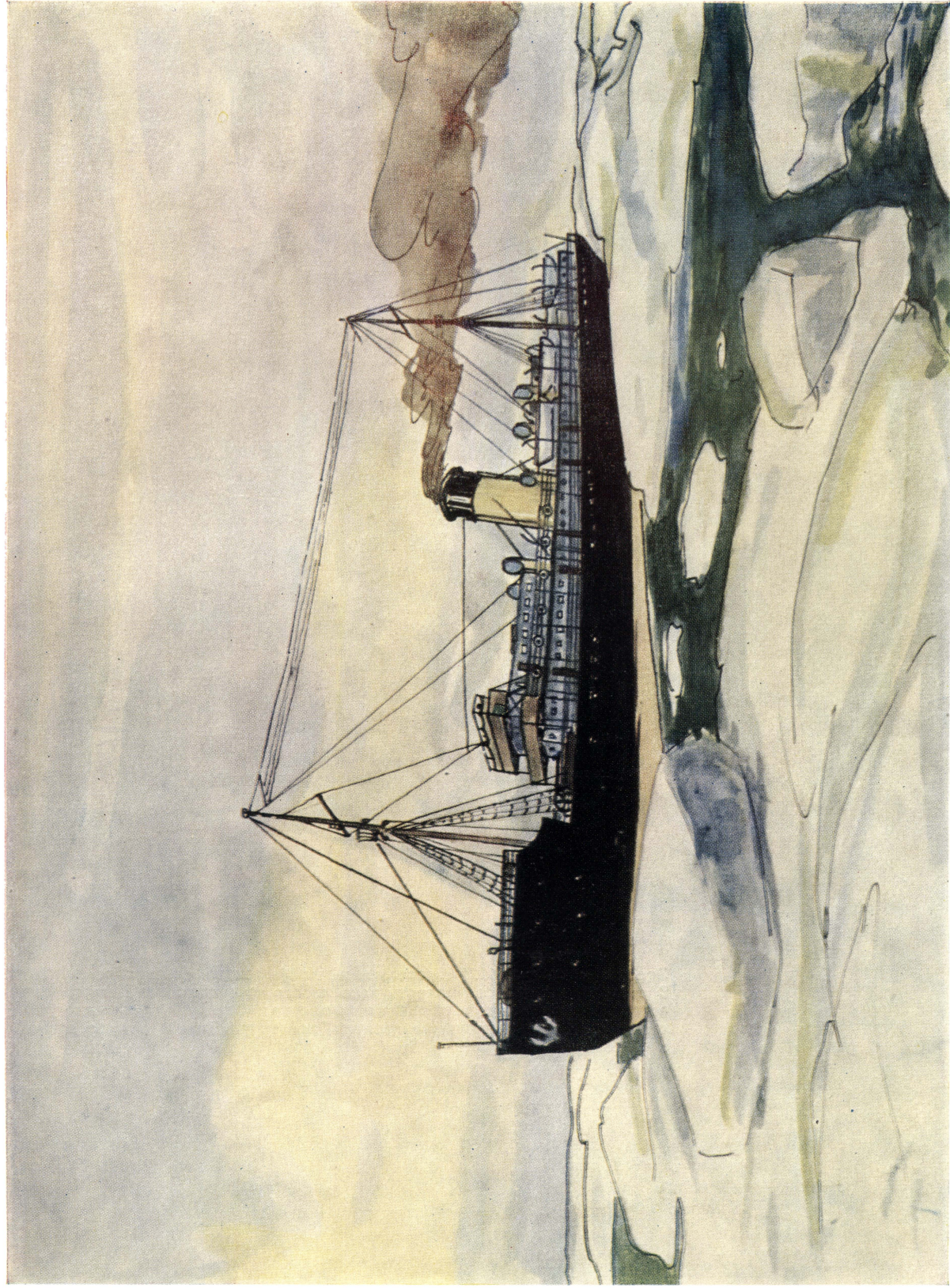
Но все это верно с современной точки зрения. А для тех отдаленных лет и по Баренцеву, и особенно по Карскому морю, имелось такое ни-

чтожное количество данных, что материалы, полученные в экспедиции на «Малыгине», представляли большой интерес и ценность.

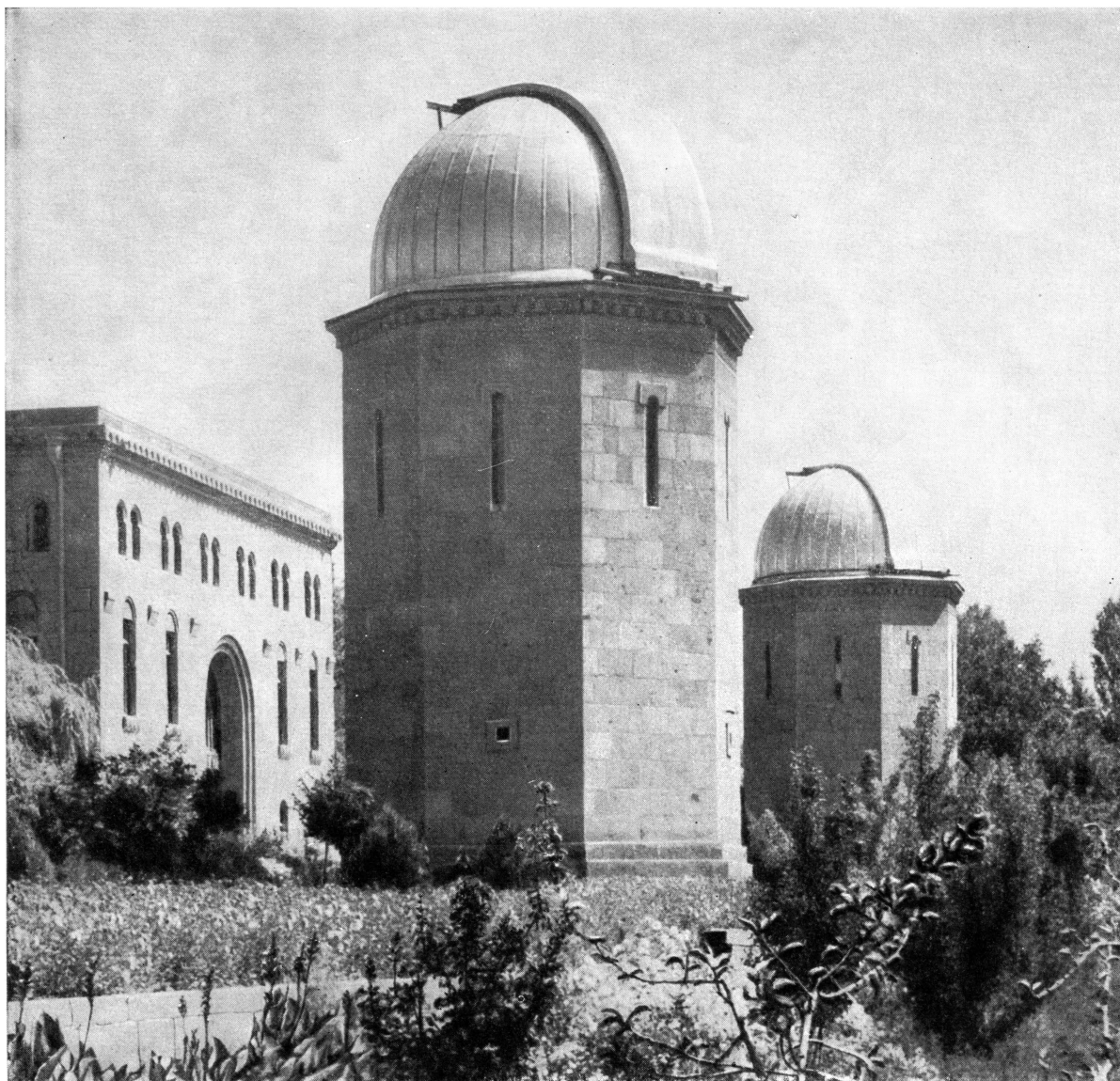
Совершенно несомненно, что Первая советская Арктическая экспедиция имела огромное и научное, и политическое значение. Но не только поэтому экспедиция 1921 г. была вехой в истории развития нашей океанографии. Дело в том, что у научных работников тогда не было никакого опыта в организации и производстве морских исследований, а также в работе с различными приборами, применяемыми в море. Уже с самого начала экспедиции, даже с периода ее подготовки, руководству института стало совершенно ясно, что нужно строить собственное специальное судно.

Только после плавания на «Малыгине», после приобретения необходимого опыта в производстве морских исследований, нам стало понятно, какие требования должны быть предъявлены к такому кораблю и его специальному оборудованию. Этот опыт позволил спланировать, построить и оснастить первое советское научно-исследовательское судно «Персей» так, что для тех времен оно явилось наиболее совершенным экспедиционным судном, на котором более 20 лет успешно велось изучение северных морей.

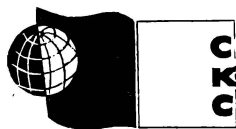
В. А. ВАСНЕЦОВ
Фото автора



Ледокольный пароход «Малыгин» во льдах Карского моря. 1921 г. Акварель В. М. Голицына



Здесь в сентябре 1971 г. состоялась Конференция по проблеме СЕТИ. В который уж раз за четверть века своего существования Бюраканская астрофизическая обсерватория стала местом обсуждения самых жгучих, самых волнующих и таинственных проблем современного естествознания!



СЕТІ-71

В сентябре 1971 г. в Бюраканской астрофизической обсерватории состоялась I Международная конференция по проблеме связи с внеземными цивилизациями. Конференция была организована Академией наук СССР, Академией наук Армянской ССР и Национальной Академией наук США. Ее задача заключалась в том, чтобы оценить современное состояние проблемы и наметить пути дальнейших исследований.

Вопрос о существовании разумной жизни во Вселенной издавна волновал наиболее пытливые умы человечества и в той или иной форме возникал на всех этапах развития науки. Однако только сейчас, благодаря крупным достижениям в ряде областей науки и техники, впервые появилась возможность перейти от чисто спекулятивных рассуждений в этой области к последовательному научному изучению, включая попытки установления связи с внеземными цивилизациями.

В 1959 г. американские ученые Дж. Коккони и Ф. Моррисон проанализировали возможности установления радиосвязи с внеземными цивилизациями и выдвинули гипотезу об использовании частоты радиолинии водорода $\lambda 21$ см для построения канала межзвездной связи. Одновременно в США аналогичные идеи были развиты Ф. Дрейком. При поддержке О. Струве в 1960 г. Ф. Дрейк организовал поиски монохроматических сигналов от двух ближайших к нам звезд τ Кита и ϵ Эридана на волне 21 см. Эта работа получила название проект «Озма» в честь принцессы воображаемой страны Оз из сказки Льюиса Кэрролла «Алиса в стране чудес». Проект предусматривал поиски сигналов от цивилизаций, технический уровень которых близок к

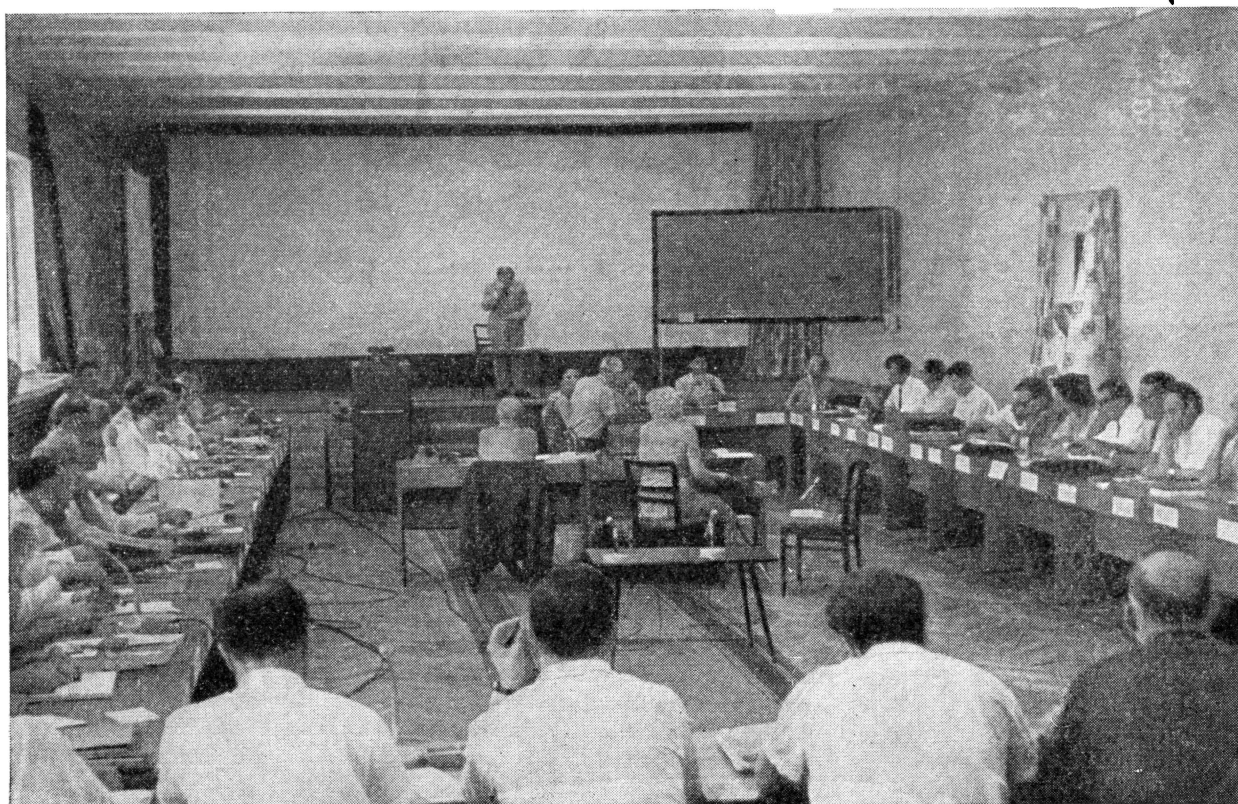
нашему. Наблюдения длились два месяца и не принесли положительных результатов. В настоящее время поиски узкополосных сигналов от ближайших звезд проводятся под руководством профессора В. С. Троицкого в НИРФИ (Горький).

В 1964 г. советский астрофизик Н. С. Кардашев сформулировал принципиально иной подход к проблеме поиска сигналов внеземных цивилизаций*. Он предложил в первую очередь искать сигналы от цивилизаций с техническим уровнем, намного превосходящим уровень нашей земной цивилизации. Высокоразвитые цивилизации, располагая мощностью 10^{33} эрг/сек и более, могут вести непрерывную изотропную передачу в широкой полосе частот в области оптимального для межзвездной связи диапазона электромагнитных волн. По своим характеристикам такие сигналы близки к излучению естественных радиоисточников. Следовательно, задача их обнаружения во многом смыкается с актуальными задачами радиоастрономии. Здесь на первый план выдвигается проблема критериев искусственного источника, с помощью которых его можно было бы выделить среди огромного множества естественных источников радиоизлучения.

В 1961 г. на радиоастрономической обсерватории Грин-Бэнк состоялось организованное Национальной Академией наук США неофициальное совещание по проблеме связи с внеземными цивилизациями, а в 1964 г. было проведено I Всесоюзное совеща-

* Н. С. Кардашев. Передача информации внеземных цивилизаций. «Астрономический журнал», т. 41, вып. 2, 1964 г.





Академик В. А. Амбарцумян открывает конференцию

ние по этой проблеме в Бюракане*. В последующие годы вопросы связи с внеземными цивилизациями обсуждались на нескольких конференциях в США и СССР.

В 1965 г. в СССР была разработана предварительная программа исследований, в которой предусматривалась возможность международного разделения труда. Она была направлена в Международный астрономический союз. Для обсуждения программы, а также некоторых смежных вопросов предлагалось провести в ближайшие годы международное совещание по проблеме связи с внеземными цивилизациями. Одновременно и независимо в Международной астрономической академии с аналогич-

ным предложением выступил профессор Р. Пешек — председатель Комиссии по астронавтике Чехословацкой Академии наук. Профессор Р. Пешек много сделал для подготовки международного симпозиума, который предполагалось провести в Чехословакии. Ему принадлежит и название симпозиума: Communication with Extraterrestrial Intelligence (сокращенно CETI). Термин CETI оказался очень удачным и постепенно входит в употребление. Возможно этому способствует то обстоятельство, что он имеет еще один скрытый смысл, на который обратил внимание профессор К. Саган. Дело в том, что Ceti — родительный падеж от латинского названия созвездия Cetus — Кит. Невольно возникает ассоциация со звездой τ Ceti, на которую человек с планеты Земля впервые направил свой радиотелескоп в поисках ра-

зумных сигналов от других существ. Кроме того, как известно, китообразные представляют наибольший интерес в плане поиска других цивилизаций на самой Земле.

В 1970 г. была достигнута договоренность между Академией наук СССР и Национальной Академией наук США о проведении конференции CETI, как совместного мероприятия двух академий. Оргкомитет конференции принял решение, сохраняя ее двусторонний характер, направить персональные приглашения небольшому числу ученых из других стран. Благодаря этому в работе конференции приняли участие лауреат Нобелевской премии профессор Ф. Крик (Великобритания), профессор Г. Маркс (Венгерская Народная Республика) и профессор Р. Пешек (Чехословацкая Социалистическая Республика).

* Внеземные цивилизации. Труды совещания. Бюракан, 20—23 мая 1964 г. Изд-во АН АрмССР, Ереван, 1965 г.

Конференция открылась 6 сентября 1971 г. Она носила широкий междисциплинарный характер, в ее работе приняли участие астрономы, физики, биологи, антропологи, историки, социологи, философы, специалисты в области кибернетики, теории информации и связи. Работа конференции проходила в форме «совещания круглого стола». Дискуссии велись на русском и английском языках с синхронным и последовательным переводом. Так как в работе конференции участвовали специалисты самых различных отраслей знания и затрагивался весьма разнообразный круг вопросов, обеспечение квалифицированного перевода приобретало первостепенное значение. Успеху конференции во многом способствовала блестящая работа переводчика Б. Е. Белицкого.

Вступительную речь на открытии конференции произнес академик В. А. Амбарцумян. «Конечно, может существовать такая точка зрения, — отметил В. А. Амбарцумян, — что дискуссия о внеземных цивилизациях и о связи с ними преждевременна, поскольку еще нет прямых конкретных свидетельств о существовании внеземных цивилизаций. Но инициаторы совещания считают, что необходим активный поиск таких свидетельств и всестороннее теоретическое изучение вопроса, основанное на всех данных современной астрономии, планетоведения, биологии и науки об обществе». Остановившись далее на успехах в различных областях естествознания, которые сделали возможной научную постановку проблемы SETI, В. А. Амбарцумян в заключение сказал: «Всякому понятно, что обнаружение первой же внешней цивилизации может иметь огромное значение для судеб человечества. Это будет событием того же порядка, а то и более важным, как запуск первого искусственного спутника или первое получение атомной энергии. Именно поэтому большинство участников настоящего совещания относится к поставленной проблеме с подлинным воодушевлением».

Затем вступительное слово произ-

нес председатель американской части оргкомитета профессор К. Саган. Поблагодарив организаторов конференции, он остановился на анализе формулы Дрейка («Земля и Вселенная», № 5, 1970 г., стр. 5) для числа цивилизаций и природе вероятностей, входящих в эту формулу. К этой проблеме участники конференции неоднократно возвращались в дискуссиях.

Конференция продолжалась с 6 по 11 сентября; было проведено восемь тематических заседаний и две общие дискуссии. На каждом тематическом заседании вначале инициаторами дискуссии выступали приглашенные оргкомитетом докладчики, затем следовали доклады и выступления других участников. Дискуссии велись в непринужденной форме и проходили весьма оживленно.

ПРОБЛЕМЫ ПЛАНЕТНОЙ АСТРОНОМИИ, КОСМОГОНИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ДРУГИХ ПЛАНЕТНЫХ СИСТЕМ

Инициаторы дискуссии — профессор Т. Голд (Корнелльский университет, США) и профессор В. И. Мороз (Московский государственный университет, СССР).

Т. Голд изложил современные представления о происхождении планетных систем путем конденсации диффузной материи. По его мнению, этот процесс типичный, и планетные системы должны быть достаточно распространенным феноменом. Он привел интересные данные относительно планетной системы Летающей звезды Барнарда. Как известно, американский ученый П. ван де Камп обнаружил, что ее собственное движение имеет периодические колебания, вызываемые спутником малой массы. Первоначально предполагалось, что спутник представляет собой планетоподобное тело с массой, приблизительно равной 1,5 массы Юпитера, которое обращается вокруг звезды Барнарда по сильно вытянутой эллиптической орбите. В настоящее время П. ван де Камп получил около 3 000 снимков этой звезды с точностью определения угловых координат $0'',05$. Эти данные позволили уточ-

нить модель планетной системы звезды Барнарда: наблюдениям лучше удовлетворяет модель, согласно которой две планеты с массами, приблизительно равными массе Юпитера и Сатурна, обращаются вокруг звезды почти по круговым орбитам. Б. Оливер (США) сообщил о еще одной, более точной интерпретации: в системе Барнарда можно выделить три планеты, причем их расстояние от звезды удовлетворяет закону Бодэ. Таким образом, получены убедительные свидетельства того, что у одной из ближайших к нам звезд (расстояние до Летающей звезды Барнарда около 6 световых лет) имеется планетная система, во многом напоминающая Солнечную.

Проблеме обнаружения планет у ближайших звезд посвятил свой доклад профессор В. И. Мороз. Он предложил использовать для обнаружения интерферометр типа Майкельсона, работающий в инфракрасной области спектра. Если такой интерферометр направлен точно в центр звезды, то регистрируемый от нее поток остается постоянным. А поток от планеты будет меняться, так как при движении вокруг звезды она пересекает интерференционные лепестки прибора. Задача сводится к тому, чтобы выделить «модулированную» компоненту на фоне постоянного излучения звезды. Сделать это тем проще, чем меньше отношение потоков звезда — планета. Наилучшие условия реализуются в инфракрасной области около 10 мк, где излучение звезды мало, а поток от планеты имеет максимум, связанный с ее собственным тепловым излучением. При диаметре зеркала 20 м таким методом можно обнаружить планеты у звезд на расстоянии до 10 пс.

Иной вариант использования оптических интерферометров для обнаружения планет предложил Ю. Н. Парийский (САО АН СССР). В отличие от метода В. И. Мороза, здесь измеряется не поток, а смещение центра диска звезды, происходящее из-за вращения вокруг общего центра тяжести системы звезда — планета. Смещение относительно поля соседних звезд можно определить по изменению интерференционной карти-

ны. Чем больше диаметр звезды, тем меньше предельно допустимое разрешение (шире лепесток), при котором еще наблюдается интерференционная картина от звезды, и, значит, тем больше должна быть масса планеты, чтобы вызвать соответствующее предельному разрешению смещение центра диска звезды. Таким образом, этот метод дает информацию о массе планеты, причем оказывается, что предельно обнаружимая масса пропорциональна диаметру звезды. Согласно расчетам Ю. Н. Парийского, у звезд класса О предложенным методом можно обнаружить планеты с массой, равной массе Юпитера, у звезд G — с массой в 15 раз меньшей, у белых карликов — с массой, равной массе Земли, а у нейтронных звезд — с массой, равной массе Луны.

ПЛАНЕТНАЯ БИОЛОГИЯ, ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ, ВОЗМОЖНОСТЬ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИЗНИ НА ДРУГИХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

Инициаторы дискуссии — профессор К. Саган (Корнеллский университет, США) и профессор Ф. Крик (Лаборатория молекулярной биологии Кембриджского университета, Великобритания).

На заседании рассматривались разнообразные вопросы, относящиеся к биологическому аспекту проблемы SETI. Неожиданно оживленную дискуссию вызвала полузабытая гипотеза Х. Шепли о возможности существования жизни на остывших звездах; обсуждалась также возможность существования жизни на планетах без звезд и даже в межзвездной среде. Часть выступавших подчеркивала, что для происхождения и функционирования жизни нужны внешние источники энергии, термическое равновесие не способствует такому процессу, поэтому наличие жизни на планетах без звезд, на остывших звездах и в межзвездной среде маловероятно. Однако этот вывод нельзя считать абсолютно бесспорным. В дискуссии приводились аргументы в пользу про-



Ф. Дрейк — автор проекта «Озма»

тивоположного мнения. Т. Голд подчеркнул, что необходимую для жизни энергию можно получить не только за счет излучения центральной звезды, около которой обращаются планеты, но также и иными путями, например за счет радиоактивности или пульсаций остывшей звезды или одиночной планеты.

Интересные данные, относящиеся к проблеме переноса жизни с планеты на планету, привел К. Саган. Он сообщил о выполненных в Корнеллском университете расчетах действия светового давления на микроорганизмы. Из этих расчетов следует, что микроорганизмы весьма малых размеров, выталкиваемые световым давлением за пределы Солнечной системы, получают дозу ультрафиолетовой и рентгеновской радиации, которая в 10^5 раз выше предельной. А те микроорганизмы, которые достаточно «велики», чтобы не подвергнуться губительному действию радиации, не

выталкиваются световым давлением как раз в силу своих больших размеров. Таким образом, классическая теория панспермии, принадлежащая С. Аррениусу, оказывается несостоятельной. К сожалению, К. Саган подробно не обсудил возможности переноса жизни метеорными частицами.

Много внимания уделялось проблеме происхождения жизни. В первичной атмосфере, состав которой (H_2 , He, CH_4 , NH_3 , H_2O , Ne) определяется обилием химических элементов, под действием различных источников энергии образуются сложные органические соединения. Как подчеркнул К. Саган, опыты, проводившиеся в атмосфере такого состава, показывают, что в ней возникают практически все основные блоки биохимии (аминокислоты, нуклеотиды и другие). Следовательно, проблема состоит в том, как из этих блоков получаются соединения типа белков и нуклеиновых кислот, каким образом создаются системы такого уровня сложности, начиная с которого вступает в силу естественный отбор. Существует мнение, что образование сложных соединений из простых блоков происходило чисто случайно. А так как вероятность возникновения достаточно сложных систем путем случайного соединения отдельных блоков исчезающе мала, то с этой точки зрения происхождение жизни на Земле является чудом, повторение которого где-либо в другом месте Вселенной крайне маловероятно. Эти представления критиковал Ф. Крик. Он подчеркнул, что не следует злоупотреблять словом «случай». Конечно, можно прийти к выводу, сказал Ф. Крик, что происхождение жизни — чудо, но на самом деле это свидетельствует только о нашем незнании: действительно, мы пока не видим всего пути от первичного бульона до естественного отбора. Концепция случайного происхождения жизни критиковалась и в выступлении Л. М. Гиндилиса (ГАИШ), где подчеркивалось, что чисто комбинаторный подход вообще не применим к процессу формирования сложных высокоорганизованных систем. Это связано с тем, что на каждой стадии процесса образуются промежуточные подсистемы с присущими им структурными особен-

ностями, которые допускают на последующих стадиях не любые комбинации исходных элементов, а только некоторые из них. Таким образом они «предопределяют» дальнейшее течение процесса на несколько последующих шагов.

Интересную гипотезу о влиянии подводных вулканов на происхождение жизни на Земле предложил Л. М. Мухин (ИКИ АН СССР). Органические соединения возникают в результате воздействия на соответствующую смесь газов того или иного источника энергии. В зоне действия подводных вулканов имеется богатая смесь первичных материалов, а также источник энергии. Реакции могут происходить как в газе, выделяющемся при извержении, так и в водной среде с участием твердых катализаторов, роль которых могут выполнять различные минералы. Несомненное достоинство предложенной гипотезы заключается в том, что ее можно проверить экспериментально.

Конечная цель дискуссии по биологическим аспектам проблемы СЕТИ состояла в том, чтобы оценить вероятность происхождения жизни (f_e) при наличии подходящих условий. Профессор Ф. Крик так резюмировал свою точку зрения по этому вопросу: в настоящее время мы не располагаем надежными данными для достоверной оценки величины f_e , хотя имеем психологическое предубеждение полагать, что $f_e \approx 1$. Ф. Крик подчеркнул, что следует отличать надежность в определении фактора f_e от величины самого фактора. По его мнению, надежность в определении f_e низка, но это не значит, что сам фактор мал.

ЭВОЛЮЦИЯ РАЗУМА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА НА ЗЕМЛЕ

Инициаторы дискуссии: Д. Хьюбел (Гарвардский медицинский колледж, США), Р. Ли (Университет Рутгерса, США) и К. Флэннери (Мичиганский университет, США).

Как подчеркнул Д. Хьюбел, биологическая эволюция на Земле проис-

ходила в направлении нарастающей дифференциации функций. В одноклеточном организме все функции совмещены. У многоклеточных сначала появляется мышечная ткань, выполняющая функцию движения, затем по мере развития организмов процесс дифференциации идет все дальше и дальше. Это требует появления управляющих механизмов и приводит к развитию систем передачи информации. Главным решением, найденным природой, было развитие нервной системы, которая возникает практически у всех организмов, хотя есть и другие решения (например, эндокринная система, также выполняющая функции управления). Таким образом, появление на определенном этапе эволюции нервной системы или, если говорить шире, некоторой управляющей системы, по-видимому, можно считать закономерным.

Более сложна проблема эволюции нервной системы до такого уровня, когда возникает то, что мы называем словом «разум». Этой проблеме был посвящен доклад Р. Ли. Он отметил, что необходимым условием возникновения разума является сложная социальная жизнь. Имеют значение и другие факторы, например размер животных (их вес должен был превышать 30 кг, а объем мозга 400 см³). Подчеркнув первостепенную роль труда в процессе происхождения человека, Р. Ли вместе с тем отметил, что среди высших приматов имеется по крайней мере еще один вид (шимпанзе), умеющий изготавливать орудия труда и регулярно пользующийся ими. Важным фактором в процессе формирования зарождающегося разума стало появление языка. Возникший из определенных материальных потребностей, язык имеет, однако, свою логику развития. В заключение Р. Ли отметил, что для развития мыслящего животного требуется сочетание многих различных факторов. По его мнению, это случается только однажды. А так как из единичного события невозможно вывести никакой временной оценки, то нельзя представить, сколько времени понадобится для того, чтобы где-нибудь на другой планете был воспроизведен подобный процесс развития.

В дискуссии по этому вопросу Т. Голд обратил внимание на одно обстоятельство, которое может сильно повлиять на процесс происхождения разума. Если предположение о другой гуманоидной ветви окажется правильным, то, по мнению Голда, неизбежно должна увеличиться вероятность происхождения разума, так как такому процессу будет способствовать соперничество между двумя высокоразвитыми группами животных, ведущими сходный образ жизни. В пользу высокой вероятности возникновения разумной жизни в процессе биологической эволюции высказался также Ф. Моррисон. Обычно подчеркивается то обстоятельство, что по мере усложнения организмов пути эволюции все более разветвляются, и только один из них может привести к возникновению разума. Несколько лет назад на конференции в Грин-Бэнк Ф. Моррисон для обоснования высокой вероятности происхождения разума привлекал соображения о биологической конвергенции*. Теперь он выдвинул еще один дополнительный аргумент: понятно, что среди многочисленных путей эволюции только один приводит к появлению разумных существ, так как наличие одного очага разума уничтожает соседний. По мнению Ф. Моррисона, среди млекопитающих можно найти несколько видов, которые, не будь человека, развились бы до разумных форм. С этими доводами не полностью согласился М. Мински, хотя и высказался в пользу высокой вероятности возникновения разума. Мински отрицал, что существует какая-то экологическая ниша для разума, заполнение которой препятствует его дальнейшему возникновению. Разум должен появиться хотя бы потому, заметил он, что опасно иметь мало разума.

[Окончание в следующем номере]

Л. М. ГИНДИЛИС
кандидат физико-математических наук

Фото П. Клушанцева

* У. Салливан. Мы не одни. «Мир». М., 1967 г., стр. 327—328.

XV

Генеральная ассамблея МГГС (обзоры по ассоциациям)

В предыдущих номерах журнала мы знакомили читателей с традициями и структурой Международного геодезического и геофизического союза (МГГС), а также с некоторыми итогами обсуждения «твердой» Земли (№ 3 и № 6, 1971 г.). Теперь предлагаем вниманию обзоры о работе трех ассоциаций: о Международной ассоциации метеорологии и физики атмосферы рассказывает профессор А. Х. Хргиан, о Международной ассоциации физических наук об океане — профессор П. С. Линейкин, кандидат технических наук С. И. Кан, кандидат географических наук К. Н. Федоров, работа Международной ассоциации гидрологических наук отражена в заметке кандидата географических наук К. С. Лосева.

Международная ассоциация



метеорологии и физики атмосферы

Московская ассамблея позволила многочисленным геофизикам встретиться и обсудить проблемы, которые одновременно касаются многих специальностей, например проблемы ионосферы, интересующие радиофизиков, метеорологов верхней атмосферы, магнитологов и тех астрофизиков, которые изучают изменение солнечной активности. Примеров таких комплексных геофизических проблем можно привести немало. Здесь уместно рассказать о метеорологах и физиках, изучающих воздушную оболочку Земли.

Метеорологи провели на XV Генеральной ассамблее МГГС несколько симпозиумов, где обсуждались проблемы: энергетика и динамика верхней атмосферы, взаимодействие атмосферы и океана, атмосферное электричество и природа молний, физика и динамика облаков, в том числе и серебристых облаков, очень

высокой атмосферы. Серебристым облакам был посвящен специальный симпозиум. Один день работал симпозиум, на котором слушали доклады об атмосферах других планет, чьи разнообразные свойства подсказывают метеорологам новые пути исследования нашей собственной атмосферы*.

Проблема изучения концентрации примеси азота в атмосфере стала темой нескольких докладов: П. Крутцен (Швеция) рассматривал роль примеси азота применительно к физике озоносферы, О. М. Танаевскую (Франция) примесь азота интересовала в связи с загрязнением воздуха промышленными дымами, а в докладе К. А. Барта и Дж. Пирса (США) обсуждалось поступление окиси азота из ионосферы в более низкие слои.

* Г. С. Голицын. Новое об атмосферах планет. «Земля и Вселенная», № 1, 1972 г.

Азот, который раньше считался инертной составляющей атмосферы, оказался активным участником многих важных процессов, происходящих в ней.

Здесь можно упомянуть только некоторые симпозиумы и доклады, привлекавшие внимание участников ассамблеи. Во многих докладах обсуждалась зависимость событий в атмосфере Земли от солнечной активности. Это, прежде всего, относится к работам о полярных сияниях и магнитно-ионосферных бурях—самых активных проявлениях солнечно-земных связей. М. И. Пудовкин, В. Б. Ляцкий, К. Г. Иванов (СССР) рассматривали полярные сияния и магнитно-ионосферные бури в зависимости от параметров солнечного ветра. Большой практический интерес имеют, конечно, попытки обнаружить такие связи в более низких слоях атмосферы. Изменения ультрафиолетовой радиации Солнца должны сказываться на структуре и циркуляции нижней стратосферы. Х. К. Пецольд (ФРГ) показал, что действительно количество озона в средней стратосфере существенно меняется с ходом солнечной активности и что изменяющиеся при этом температуры и ветры стратосферы должны создавать один из механизмов связи «Солнце — погода».

Весьма многолюдным был симпозиум «Энергетика и динамика мезосферы и нижней термосферы» (им руководили А. У. Брюэр — Канада, А. Х. Хргиан — СССР, М. Гадсден — Англия). Основное внимание симпозиума уделялось различным формам движения этой части атмосферы. Известно, что многие ее типичные свойства — стратификация атомарного и молекулярного кислорода, распределение температуры, образование ионосферных слоев — геофизики ранее пытались объяснить в предположении неподвижной атмосферы. Свойства эти, однако, оказались очень сильно зависящими от турбулентности, воздушных волн, течений большого масштаба и т. д.

А. Лагос (Перу) попытался обобщить общую теорию движения термосферы с учетом солнечного нагревания, радиационного охлаждения и

теплопроводности, а также эффекта **вертикальных движений**, приводящих к большим изменениям температуры. Параллельные наблюдения за движениями в слое Е (в том числе за вертикальными движениями) и в мезосфере (на высотах 75—85 км) указали также на влияние торможения ионов в магнитном поле Земли—магнитно-гидродинамический эффект, давно предсказанный теоретиками. Весьма надежные массовые наблюдательные данные о ветрах и вертикальных движениях на высотах 85—115 км получаются, как показали в своих докладах В. В. Федынский, П. Б. Бабаджанов, К. А. Каримов, из наблюдений метеорных следов. К. Грасник (ГДР) обнаружил зависимость между ионосферным дрейфом на высоте 95 км, ионосферным поглощением в слое и количеством озона. Ученый предполагает, что такую зависимость можно объяснить существованием охватывающих этот мощный слой атмосферы планетарных волн с периодом 4—6 дней. Дж. Грин развивает несколько иную гипотезу, полагая, что в мезосферу проникают снизу очень длинные волны, порождаемые неодинаковым нагревом атмосферы (включая слой озона) над континентами и океанами. Эти волны помогают, в частности, «вентилировать» полярные области мезосферы.

Избрав эмпирический путь исследования и обработав обширный материал ракетных и других наблюдений ветров в мезосфере, Дж. Сион и У. Смит (США) доказали, что в мезосфере преобладает форма циркуляции, знакомая и понятная синоптикам по картам погоды более низких слоев, например нижней и средней стратосферы. Здесь господствует в зимнее время околполярный циклон с вихрем западных ветров в высоких и средних широтах, сменяющийся летом антициклоном с восточными, более слабыми ветрами. Циркуляция тропических широт и ее годовые изменения оказались при этом менее четко выраженными, чем в высоких широтах.

А. Х. Хргиан и М. А. Гусев с помощью численной модели переноса озона в атмосфере, меняющегося в

зависимости от сезона, доказали, что наблюдаемое распределение озона может быть объяснено в предположении, что околполярная часть вихря зимой характеризуется общим нисходящим движением воздуха, а летом оно сменяется слабым восходящим током. Для тропической зоны, однако, подобная модель еще нуждается в уточнении.

Наиболее наглядно о движении в мезосфере свидетельствуют серебристые облака. На симпозиуме по серебристым облакам, которым руководили Ч. Виллман (СССР) и Б. Фогл (США), прошли важные и принципиальные дискуссии, касающиеся природы этого явления. Из доклада О. Б. Васильева, посвященного статистике появления серебристых облаков, выяснилось, что анализ их повторяемости имеет большое значение для установления связи их с недавно открытыми полугодовыми изменениями температуры и условий конденсации в мезосфере. А. В. Федынский сопоставил наблюдения серебристых облаков с ракетными наблюдениями влажности мезосферы. Б. Фогл попытался восстановить забытую «вулканическую теорию» серебристых облаков, но она вызвала серьезные возражения. В. Е. Зуев с сотрудниками (СССР) предложил проводить систематические лазерные наблюдения серебристых облаков.

Два специальных симпозиума были посвящены облакам тропосферы, методам их радиолокационного и лазерного зондирования, а также градовым облакам и методам воздействия на них. К. Хаман (ПНР) сделал обзор свойств слоистообразных облаков, радиационных процессов в них и движений разных масштабов. Ю. В. Мельничук рассказал о методах и результатах радиолокационных наблюдений турбулентности в облаках, проведенных в СССР, а С. М. Шмелер — об итогах самолетных наблюдений грозных облаков. Б. И. Стыро с сотрудниками (СССР) разработал способ введения радиоизотопов в облако для изучения его динамики и эволюции. Микроструктура облаков, включая данные о их водности, переохлаждению и другим свойствам был посвящен совместный доклад А. М.

Боровикова (СССР) и Д. Сартора (США).

Кубинские ученые Р. Кастро и К. Барсело представили результаты самолетных наблюдений тропических конвективных облаков (достигающих высоты 17 км над Кубой). Авторы доклада занимались и искусственным воздействием на конвективные обла-

ка в провинции Камагуэй. В этом районе удавалось увеличивать количество осадков на 75% по сравнению с предсказанным и на 123% — по сравнению со средними многолетними.

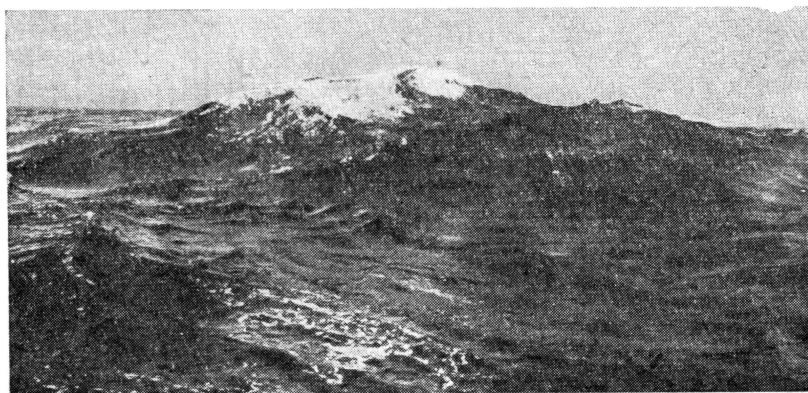
Таковы итоги некоторых интересных работ, представленных на ассамблее.

Существенные наблюдения за течениями в Аравийском море: им удалось получить характеристики колебаний горизонтальных составляющих скорости течений с периодами, близкими к половине маятниковых суток на данной широте, и исследовать изменчивость амплитуды периодов таких колебаний в пространстве и времени. Современные методы анализа, построение математических моделей в геофизике и численные методы позволяют произвести расчеты течений в условиях, близких к реальным. Численное моделирование дало возможность также провести исследование штормовых возмущений, вызванных тайфунами. Однако предсказание наводнений, вызванных тайфунами и глубокими циклонами, является очень сложной и еще не решенной проблемой. Можно привести два примера катастрофических наводнений за последние годы. В ночь с 28 на 29 октября 1969 г. циклон, зародившийся у берегов Дании и Швеции, углубился над Белоруссией и пронесся над территорией Украины, Молдавии, Краснодарского и Ставропольского краев. Он двигался со скоростью 70—80 км/час и вызвал ураганные ветры до 40 м/сек. Ветер бушевал над Азовским морем, вода хлынула на берег. Уровень поднялся на 3 м выше среднемноголетнего, высота волн достигала 2 м. В то же время резко упал уровень у противоположного берега моря и «перекос» уровня воды составил 5 м. Наводнение охватило участок юго-восточного побережья длиной в 150 км.

Подобные штормовые нагоны бывают на Азовском море один-два раза в столетие. А через год после азовского наводнения над югом Восточного Пакистана пронесся ураган со скоростью 240 км/час. Вода затопила многочисленные густонаселенные острова в дельте Ганга и участок побережья Бенгальского залива. Считают, что в XX в. такой катастрофы еще не было.

Сегодня в обработке океанологических данных прочное место занимают статистические методы. Так, на ассамблее был представлен доклад о статистическом анализе изменений скорости и температуры воды в по-

Международная ассоциация



физических наук об океане

Доклады об океане, представленные на XV Генеральной ассамблее МГГС, были многочисленны и очень разнообразны: теория, система наблюдений, морские прогнозы, использование ресурсов Мирового океана — все нашло отражение. Обилие сообщений по океанологии потребовало создать дополнительный симпозиум, где рассматривались вопросы взаимодействия океана и атмосферы, автоматического сбора данных и анализа временных рядов, потоки энергии над полярными областями и математические модели в геофизике.

Группа советских ученых Института океанологии АН СССР представила некоторые результаты исследований на гидрофизическом полигоне в Атлантике в феврале — сентябре

1970 г.* Такого рода работа проведена впервые и имеет важное значение, знаменуя собой начало нового этапа в изучении океанических процессов. Когда на пресс-конференции американских океанологов Ф. Вебстера и Н. Фофонова спросили, какие исследования они считают наиболее перспективными, оба ученых назвали наблюдения на полигонах и изучение срединных слоев океана**.

В связи с этим направлением советские ученые по специальной программе на ЭВМ обработали двухме-

* Л. М. Бреховских, К. Н. Федоров. «Полигон-70». Эксперимент в океане. «Земля и Вселенная», № 3, 1971 г.

** К. Н. Федоров. Эксперименты на океанских полигонах будут продолжены. Статья опубликована в этом номере журнала.

верхностном слое моря, материалом для которого послужили наблюдения на буйковых станциях в восточной части Атлантического океана. Выяснилось, что сложность процессов, происходящих в поверхностном слое океана,—анизотропность, нестационарность, разнообразие физических механизмов—требуют особой концентрации усилий при их изучении. Освещались на симпозиумах результаты статистического анализа временных рядов внутренних волн, причем основное внимание уделялось колебаниям изотерм, как индикатору этих волн. Наибольшие колебания океанологических элементов отмечаются в слоях сезонного и главного термоклинов, там, где температура изменяется скачкообразно. Методами сглаживания и фильтрации были выделены колебания с периодами 60 и 12 часов. Замеченная периодичность имеет, соответственно, метеорологическое и приливное происхождение.

На этой ассамблее, как никогда ранее, состоялось многостороннее обсуждение проблемы морских прогнозов*. Сотрудники морских отделов Гидрометеорологического центра СССР представили пять докладов почти о всех видах прогнозов для неарктических морей. Обсуждались методы краткосрочных и долгосрочных прогнозов температуры воды в теплые и холодные сезоны года на поверхности и на глубинах. Специально освещались вопросы притока тепла на водную поверхность в связи с изучением температуры воды в районе Курисио, зависимости поля ветрового волнения в океане от поля атмосферного давления и долгосрочные ледовые прогнозы.

Основа методов морских прогнозов, как и всей современной океанологии,—взаимодействие океана и атмосферы. На эту тему были заслушаны доклады о генерации ветровых волн и структуре поля скорости в воздухе над взволнованной водной поверхностью по результатам длительных наблюдений на Рыбинском водохранилище. Особенно занимают исследователей вопросы структуры приводного слоя и характеристики

взаимодействия атмосферы с океаном при штормовых условиях. На основании пульсационных измерений в приводном слое удалось получить данные о вертикальном распределении статистических характеристик структуры турбулентности и связь их с характеристиками волнения.

Вызвал интерес доклад о термике и динамике ледяного покрова, что составляет важное звено в системе океан—атмосфера. Сущность и новизна этого направления состоит в одновременном совместном рассмотрении процессов, протекающих во всех трех смежных средах. Если до настоящего времени пристально изучалась цепь атмосфера—океан, то теперь рассматривается и обратная связь: океан—атмосфера. Выбранный путь представляется перспективным, многообещающим. Сюда же включается и дрейф ледяного покрова, поскольку очень существенно его динамическое взаимодействие с пограничными слоями атмосферы и океана.

Проблема изучения длинных волн в океане связана непосредственно с проблемой предупреждения катастрофических волн цунами. Эта проблема относится как к физике Земли, так и к океанологии. Геофизики и океанологи обсуждали вопросы распознавания цунами по сейсмической информации, деформированию волн цунами на мелководье, а также возможность численного решения задач о накате цунами на пологий берег и повышении уровня воды в устьях рек при подходе цунами. Японские ученые много занимаются исследованием повторяемости цунами различной интенсивности в определенном районе, изучают особенности распределения этих волн. На основе средних данных они предложили способ оценки повторяемости волн цунами различной высоты у произвольного участка берега. Важно выяснить, как влияет сила Кориолиса на распространение цунами, как зависят эти волны от размеров и характера эпицентра подводного землетрясения, вызвавшего данную волну. Все это существенно для разработки метода прогноза цунами. Среди других методов упоминался метод возмож-

ной заблаговременной регистрации цунами с помощью донных сейсмографов, установленных на шельфе. Такая регистрация помогает своевременно оповестить население опасных зон о приближении волны цунами к берегу.

Катастрофические цунами—событие исключительно редкое. Сильные цунами наблюдались на Дальнем Востоке 14 апреля 1923 г. и 5 ноября 1952 г. Последнее по своей разрушительной силе, материальному ущербу и человеческим жертвам было самым трагическим в истории Камчатки и Северных Курильских островов. Это цунами вызвано сильным землетрясением в 200 км к юго-востоку от Петропавловска. Через 30—40 минут после первого толчка волны обрушились на берег, с особой силой в районе Северо-Курильска. По рассказам очевидцев, громадная океанская волна высотой 14—15 м, несущая песок, ил и различные обломки, двинулась на город. Через 10—15 минут подошла вторая волна высотой 10 м, которая разрушила и смыла все, что осталось после первой. Теряя энергию, эти волны цунами достигли берегов Японии, Гавайских островов, берегов Новой Зеландии и других побережий Тихого океана.

В СССР на Дальнем Востоке действует Служба предупреждения цунами, способная оповестить население об опасности и мерах защиты от цунами. С 1958 по 1964 г. эта служба не пропустила ни одного случая цунами, правда, из 13 предупреждений 5 оказались ложными: цунами ожидалось, но не произошло.

Ученых самых разных специальностей тревожит все возрастающее загрязнение океанических вод различными веществами. Этой проблеме был посвящен специальный симпозиум «Загрязнение воздуха и воды». Вредные примеси, участвуя в общей циркуляции, перемещаются в океане и изменяют свою концентрацию. Таким образом, возникает как бы «самоочищение» вод океана, для выяснения закономерностей которого могут привлекаться сведения о статистической структуре полей загрязнения.

* С. И. Кан. Морские прогнозы. «Земля и Вселенная», № 2, 1971 г.

В последнее время все большее значение приобретают наблюдения с искусственных спутников Земли. В частности, со спутников производятся съемки океанической поверхности, которые помогают судить об океанических течениях, границах и характере льдов и даже позволяют искать косяки рыбы в океане... *

Помимо проблем, связанных с изучением вод открытого океана, остаются по-прежнему актуальными «внутренние» вопросы, к числу которых относится, например, расчет вод-

* К. П. Васильев. Океанография из космоса. «Земля и Вселенная», № 1, 1970 г.

ного и солевого баланса полузамкнутых и замкнутых морей.

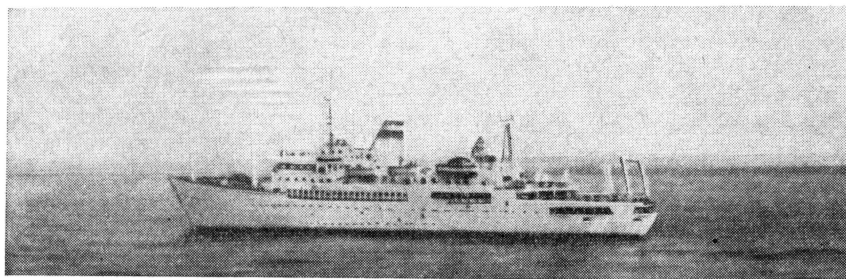
Суммируя впечатления о работе Международной ассоциации физических наук об океане, можно сказать, что практически все проблемы океанологии оказались под перекрестным огнем дискуссий. Ученые стремятся найти общий подход к изучению процессов во всех земных оболочках. Этому способствует общий уровень сегодняшних знаний, активное применение гидродинамических и физико-статистических методов и моделей, развитие геофизического приборостроения и электронно-вычислительной техники.

антициклоны? В американском эксперименте запланировано 16 буйковых станций (на одну станцию меньше, чем во время экспедиции «Полигон-70»). Однако число выбранных горизонтов измерений и, соответственно, число измерителей течений на буйковых станциях будет значительно меньше — всего 50. Такой «экономичный» подход к планированию и проведению эксперимента связан с некоторыми теоретическими соображениями, положенными в основу его программы.

Американские ученые, например, считают, что наибольшая доля кинетической энергии изучаемых движений вод океана заключается в тех составляющих движения, которые мало изменяются с глубиной, — их называют «баротропными» и «низшими бароклинными» модами. Планируя эксперимент с таким расчетом, коллеги из США надеются найти подтверждение популярной среди них гипотезы о происхождении мезомасштабных вихревых движений в результате взаимодействия основных океанских течений с рельефом дна. Эти вихри — пока загадка для гидрофизиков, и относительно их происхождения существует несколько гипотез. Американские исследователи, по-видимому, решили остановиться только на одной.

Советские океанологи во время эксперимента «Полигон-70» подтвердили существование в океане устойчивых вихрей с вертикальной осью и горизонтальными масштабами в несколько сот километров и скоростью перемещения около 15—25 см/сек. Эти вихри, по-видимому, можно считать такими же элементами общей циркуляции океанов, как циклоны и антициклоны в атмосфере. Аналогия, однако, не может быть прослежена слишком далеко. До сих пор неясным остается источник энергии обнаруженных вихрей: им может быть и бароклинная неустойчивость всей толщи океана или его главных течений, и взаимодействие течений с донной топографией, и взаимодействие океана с атмосферой, и сложный механизм передачи энергии от внутренних волн и приливов движениям более низких частот. В каждом отдель-

Эксперименты на океанских полигонах



будут продолжены

Вслед за советскими учеными американские океанологи с коллегами из Великобритании проведут в открытом океане крупномасштабный гидрофизический эксперимент, направленный на изучение природы и особенностей общей циркуляции океана. Их эксперимент, названный «MODE-1», состоится в начале 1973 г. в Саргассовом море. В эксперименте «MODE-1», как и в советском эксперименте «Полигон-70», будет работать фиксированная система буйковых станций. Поставленные на якорь, они непрерывно регистрируют тече-

ния на разных глубинах несколько месяцев. Эти измерения будут дополнены слежением за свободно дрейфующими глубоководными акустическими поплавками, наблюдениями донных мареографов, регистрацией температуры и солености воды на различных горизонтах и т. д. Можно надеяться на интересные выводы в результате непрерывных записей давления на дне океана мареографом. Действительно, не удастся ли на морском дне зафиксировать деформации поля давления, напоминающие атмосферные циклоны и

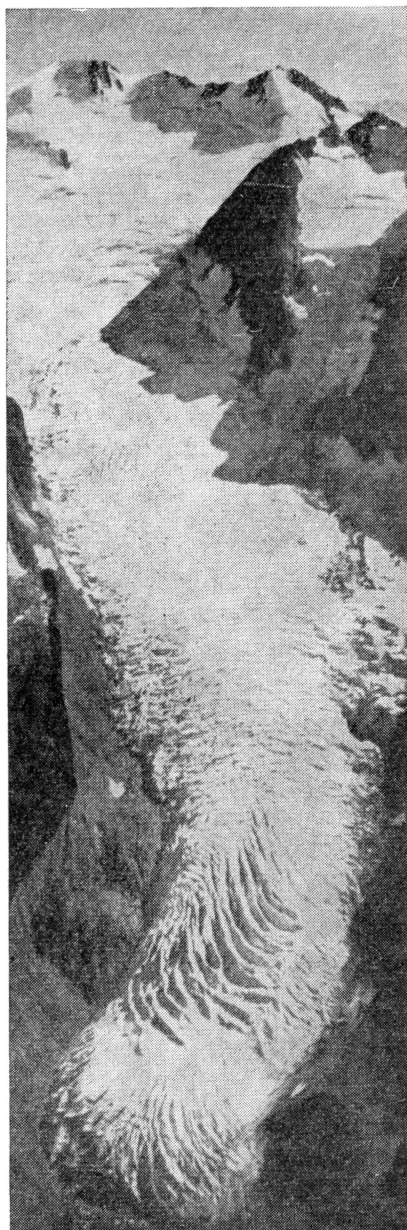
Международная ассоциация гидрологических наук

ном случае поведение течений и распределение их энергии по глубине должно иметь свои отличительные особенности. И вполне возможно, что американским коллегам придется в какой-то мере пересмотреть планы своего эксперимента в свете результатов анализа данных «Полигона-70».

Все эти вопросы обсуждались на XV Генеральной ассамблее Международного геодезического и геофизического союза между инициаторами американского эксперимента «MODE-1» и участниками советской экспедиции «Полигон-70». Научный комитет по океаническим исследованиям организовал это обсуждение в Рабочей группе № 34. Председателем совещания Рабочей группы был известный американский теоретик профессор Аллан Робинсон. СССР в Рабочей группе представлял сотрудник Института океанологии АН СССР Л. М. Фомин. В совещании также приняли участие академик Л. М. Бреховских, профессор А. С. Монин, М. Н. Кошляков, А. Д. Ямпольский, В. М. Каменкович, Г. Н. Иванов-Францевич, профессор А. С. Саркисян, автор этой заметки и другие советские и зарубежные ученые. Планируется провести в 1975—1976 гг. новый большой международный эксперимент в открытом океане с участием СССР, США, Великобритании и других стран. Не исключено, что размеры полигона на этот раз будут порядка 500×500 км, а длительность и частота измерений (в пространстве и времени) возрастут во много раз. И «Полигон-70» и «MODE-1» можно рассматривать как генеральные репетиции к этому будущему международному предприятию.

На московском совещании обсуждались и теоретические модели общей циркуляции океана: ведь результаты эксперимента на полигонах требуют нового подхода и новых методов интерпретации.

Другой целью совещания Рабочей группы Научного комитета по океаническим исследованиям была разработка различных вариантов постановки будущих экспериментов. От того, как будут организованы эксперименты, зависит, смогут ли ученые получить ответы на волнующие их вопросы.



Международная ассоциация гидрологических наук считает одной из главных своих задач исследование источников пресной воды на земном шаре, особенно теперь, когда человечество интенсивно растет, а запасы пресной воды не увеличиваются. Скорее наоборот, хозяйственная деятельность человека оказывает все возрастающее влияние — и не всегда благоприятное — на гидрологические циклы в национальном масштабе. В скором будущем такое влияние станет международным.

Гидрологи в настоящее время призваны решить две проблемы. Одна из них — качественная, географическая. Решить эту проблему, — значит выяснить причины изменения гидрологического режима того или иного бассейна страны, континента и Земли в целом, определить возможные пути регулирования стока рек, испарения и осадков. Вторая проблема — количественная — заключается в оценке запасов пресной воды. Эти проблемы прозвучали с трибуны XV Генеральной ассамблеи МГТС во время работы нескольких симпозиумов: «Загрязнение воды и воздуха», «Потоки энергии над полярными областями», «Математические модели в геофизике», «Снег и лед в горных районах».

Воду в форме льда и снега изучают гляциологи. Лед интересен и геофизиков, так как он может служить простой моделью для изучения горных пород. Ведь лед обычно содержит 1% жидкой воды и может служить в какой-то мере аналогом астеносферы, где всегда есть расплав.

Гляциологи решают несколько проблем и, прежде всего, проблему движения ледников. Движение ледника происходит неравномерно, обычно со скоростью нескольких миллиметров или сантиметров в сутки, но иногда наблюдаются быстрые подвижки до 50—100 м в сутки. (Заметим, что половину всех гляциологических докладов представили советские ученые.)

П. Д. Долгушин и Г. Б. Осипова рассказали о том, что на территории СССР около 40 ледников, в которых зафиксированы быстрые подвижки. Докладчики считают, что на основе изучения ледника Медвежий можно

предсказать время очередной подвижки. Нередко происходят обвалы ледников: лед, перемешанный с горной породой и разжиженный водой, срывается огромными массами, порождая грозные лавины. Миллионы кубических километров льда, горных пород и воды могут мчаться со скоростью 400 км/час. (Сообщение профессора Л. Ллибутри, Франция.)

Среди докладов зарубежных ученых особенно интересным было сообщение о геохимических методах анализа талых вод и льда для изучения климатов прошлого, а также для исследования химического состава атмосферы. Г. Е. Глазырин (СССР) предложил простую математическую модель формирования ледниковой морены. Оказалось, что, зная все морфологические характеристики морены, можно воссоздать «облик» породившего ее ледника.

После окончания работы симпозиума «Снег и лед в горных районах» его участники совершили поездку по маршруту Москва — Минеральные Воды — Терскол — Тбилиси. Во время этой поездки гляциологи увидели ледники Эльбруса и Приэльбрусья, ледник Колку. Гости побывали в Эльбрусской снеголавинной лаборатории географического факультета МГУ, ознакомились с исследованиями на ледниковом репрезентативном бассейне Джанкуат, где ведутся работы по программе Международного гидрологического десятилетия.

Впервые за всю историю существования Национального гляциологического общества в Москве было проведено общее собрание его членов. Штаб-квартира Гляциологического общества находится в Кембридже (Великобритания). Президент общества Вальтер Шютт (Швеция) высказал надежду, что в будущем общество станет международным.

На заключительном заседании было выбрано руководство Комиссии снега и льда, которая входит в состав Международной ассоциации гидрологических наук. Президентом избран профессор А. Най (Великобритания), одним из вице-президентов профессор В. М. Котляков (СССР).



МОЛЕКУЛЫ В МЕЖЗВЕЗДНОМ ГАЗЕ

В 1971 г. группа американских радиоастрономов, работавших на 36-футовом (1 фут = 30,5 см) радиотелескопе Национальной радиоастрономической обсерватории США в Китт Пик, обнаружила шесть новых молекул в межзвездном газе по линиям их излучения в миллиметровом диапазоне (на волнах от 2 до 3,5 мм). Это — карбонил-сульфид OCS, моносulfид углерода CS, метилцианид CH_3CN , метилацетилен $\text{CH}_3\text{C}_2\text{H}$, изоциановая кислота HNCO и изоцианид водорода HCN . Моносulfид углерода зарегистрирован в четырех радиоисточниках, в том числе в интересном инфракрасном объекте

IRC + 10 216 в созвездии Льва. Остальные молекулы найдены в радиоисточниках Стрелец В2 и Стрелец А, богатых другими межзвездными молекулами.

Теперь общее число открытых межзвездных молекул достигло 20. Приводим их список с указанием года открытия, длины волны, на которой они наблюдались, обсерватории и инструмента (НРАО — Национальная радиоастрономическая обсерватория США, МИЛ — Морская исследовательская лаборатория США, р/т — радиотелескоп, диаметр которого дан в футах):

Год	Молекула	Длина волны	Обсерватория, инструмент
1937	Углеродород	CH	4300 Å Маунт Вилсон, рефлектор 2,5 м
1940	Циан	CN	3875 Å То же
1941	Ион углеводорода	CH^+	3745—4233 Å То же
1963	Гидроксил	OH	2,2; 5,0; Радиотелескопы нескольких обсерваторий
1968	Аммиак	NH_3	1,3 см Хэт Крик, р/т 20 фт
1968	Вода	H_2O	1,3 То же
1969	Формальдегид	H_2CO	1,0; 2,1; 6,2 см НРАО, МИЛ, Хэт Крик, р/т 140 фт
1970	Окись углерода	CO	2,6 мм НРАО, р/т 36 фт
1970	Циан	CN	2,6 мм То же
1970	Водород	H_2	1100 Å МИЛ, камера на ракете
1970	Изоцианид водорода	HCN	3,31 мм НРАО, р/т 36 фт
1970	Неизвестная	?	3,36 мм То же
1970	Цианацетилен	HC_3N	3,3 см НРАО, р/т 140 фт
1970	Метиловый спирт	CH_3OH	36 см То же
1970	Муравьиная кислота	CHOOH	18,3 см То же
1971	Карбонил-сульфид	OCS	2,74 мм НРАО, р/т 36 фт
1971	Моносulfид углерода	CS	2,04 мм То же
1971	Метилцианид	CH_3CN	2,71 мм То же
1971	Метилацетилен	$\text{CH}_3\text{C}_2\text{H}$	3,51 мм То же
1971	Изоциановая кислота	HNCO	3,42 мм То же
1971	Формаид	HCONH_2	6 см Иллинойский ун-т, р/т 120 фт

Таким образом, на наших глазах рождается новый раздел астрономии — астрохимия. Предстоит тщательное исследование условий обра-

зования молекул в межзвездном газе и их возможных превращений.

В. А. БРОНШТЭН
Кандидат физико-математических наук

НОВЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДИАМЕТРОВ ЗВЕЗД

Предложено два новых метода прямых измерений видимых диаметров звезд. Один из них, разрабатываемый на Капской обсерватории (ЮАР), заключается в тщательном определении блеска звезды при закрытии ее Луной. Дифракционная картина изменения блеска зависит от диаметра диска звезды. Диаметр Антареса, измеренный этим способом, хорошо согласуется с предыдущими определениями. Антарес — спектрально-двойная звезда, диаметры ее компонент оказались равными 0,027 и 0,026 угловой секунды.

Второй метод разрабатывается на обсерватории Наррабри (Австралия). Интерферометр интенсивностей, состоящий из двух параболических зеркал с переменной базой, длина которой может достигать до 188 м, позволяет измерять диаметры звезд до 0,001 секунды.

«Umschau in Wissenschaft und Technik», 71, 28, 1971.

КАК ВРАЩАЮТСЯ СПУТНИКИ САТУРНА

В 1968 и 1969 гг. спутники Сатурна Фетида, Рея, Диона, Титан и Япет изучались спектrophотометрическим методом в диапазоне длин волн 0,3—1,1 мк. Наблюдения проводились на 152- и 254-сантиметровых рефлекторах. Обнаружено, что все перечисленные спутники Сатурна, за исключением Титана, вращаются синхронно, т. е. период вращения вокруг оси совпадает с периодом обращения спутников вокруг планеты.

«Astrophysical Journal», 165, 413, 1971.

СБЛИЖЕНИЕ ЗЕМЛИ С АСТЕРОИДАМИ

В сборнике «Эфемериды малых планет», ежегодно издаваемом Институтом теоретической астрономии АН СССР, сообщается, что в 1972 г. к Земле приближаются две малые планеты — Амур (номер 1221) и Торо (номер 1685).

С 12 по 14 марта Амур находился на расстоянии 29 млн. км. Расположение его на небе в это время было удобно для наблюдений. Однако Амур мал, звездная величина его лишь 17^m,0.

Планета Торо подойдет к Земле немного ближе. С 7 по 10 августа ее будут отделять от Земли примерно 20 млн. км. Блеск астероида составит около 13,7 звездной величины. 7 августа путь Торо пройдет близ звезды δ Цефея, его координаты: $\alpha = 22^h30^m$, $\delta = +60^\circ37'$.

СЛУЖБА СВЕРХНОВЫХ ЗВЕЗД

Вспышки Сверхновых звезд — одно из самых внушительных явлений, наблюдающихся во Вселенной. Если не говорить о знаменитых «звезде Тихо» (1572) и «звезде Кеплера» (1604), то первая Сверхновая (обозначенная как переменная звезда S Андромеды) была открыта 20 августа 1885 г. близ центра Туманности Андромеды. Ее обнаружил Э. Гартвиг, работавший в ту пору на обсерватории в Дёрпте (ныне Тарту, ЭстССР).

В начале 30-х годов по инициативе профессора Ф. Цвикки была организована Служба Сверхновых. На обсерватории Маунт Вилсон и Маунт Паломар стали систематически фотографировать области неба, богатые галактиками. Цвикки хотел выяснить частоту вспышек Сверхновых в галактиках различного типа и изучить все особенности этих звезд. Служба Сверхновых дала богатый материал для теоретиков.

В 1962 г. академик В. А. Амбарцумян, член-корреспондент АН СССР Э. Р. Мустель и профессор Б. В. Кукаркин обратились к ряду советских обсерваторий и к некоторым обсерваториям социалистических стран с призывом организовать систематическое фотографирование скоплений галактик, чтобы как можно раньше обнаруживать Сверхновые звезды. Служба Сверхновых требовала весьма оперативного проявления полученных негативов и немедленного сравнения их (на блинк-компараторе) со «стандартными снимками». Задача Службы — открывать Сверхновые на восходящей ветви кривой блеска, чтобы спектроскописты смогли изучать самые интересные фазы этих вспышек.

SN 1963 g в спиральной галактике IC 3112 (интегральная звездная величина галактики 15^m,3). Открыта в феврале 1963 г. Н. Е. Курочкиным. Блеск Сверхновой в максимуме около 15^m,8 и даже ярче.

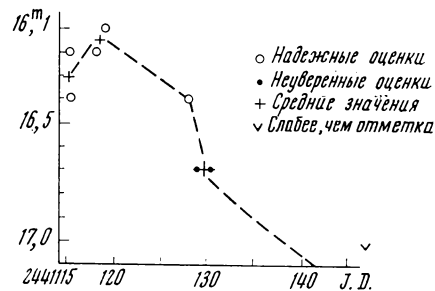
SN 1963 i в спиральной галактике NGC 4178 (12^m,9). Открыта в мае 1963 г. Г. В. Зайцевой. Блеск Сверхновой в максимуме 12^m,9.

SN 1966 b в спиральной галактике NGC 4688 (14^m,5). Открыта в марте 1966 г. В. Е. Якимовым. Блеск Сверхновой в максимуме 16^m,5.

SN 1970 a в спиральной галактике IC 3476 (13^m,5). Открыта в феврале 1970 г. Т. И. Грызуновой. Блеск Сверхновой в максимуме примерно 11^m,0 или несколько ярче.

SN 1971 в спиральной галактике NGC 3811 (13^m,0). Открыта в июне 1971 г. П. Г. Куликовским. Блеск Сверхновой в максимуме 16^m,1.

Интересно, что SN 1971 — вторая Сверхновая, вспыхнувшая в галактике NGC 3811 в последнее время. В 1969 г. Л. Розино (Италия) и независимо от него Б. В. Кукаркин открыли в этой галактике яркую



Кривая блеска Сверхновой SN 1971, вспыхнувшей в спиральной галактике NGC 3811. Сверхновая открыта на Южной станции ГАИШ. (Фотография Сверхновой и карта окрестностей приведены на третьей странице обложки)

На призыв откликнулись Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГрузССР, Бюраканская астрофизическая обсерватория АН АрмССР, Южная станция Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга, а также Будапештская обсерватория (Венгрия) и обсерватория в Йене (ГДР).

За прошедшие восемь лет на этих обсерваториях было открыто 17 Сверхновых. Семь Сверхновых обнаружены на Будапештской обсерватории, пять — на Южной станции ГАИШ, три — на Бюраканской и две — на Абастуманской обсерваториях.

На Южной станции ГАИШ фотографирование областей неба ведется на 40-сантиметровом астрографе. За восемь лет получено 750 негативов, на которых обнаружены следующие Сверхновые:

Сверхновую, которая в максимуме блеска имела, вероятно, 15-ю звездную величину.

П. Г. КУЛИКОВСКИЙ
доцент

«Геодезия — геофизика-71»

Одно из проявлений крепнущих связей СССР с другими странами в области науки, техники и культуры — международные выставки. Только в Москве ежегодно проводятся десятки таких выставок. Выставка «Геодезия — геофизика-71» была организована Академией наук СССР и Всесоюзной торговой палатой в связи с проходившей в Москве с 1 по 15 августа 1971 г. XV Генеральной ассамблеей Международного геодезического и геофизического союза.

Предлагаемый вниманию читателей материал подготовили кандидат физико-математических наук В. М. Фремд (сейсмические приборы), В. С. Кузов и А. В. Рытов (геодезические приборы), кандидат технических наук Д. Я. Суражский (автоматическая радиометеорологическая станция).

Сейсмические приборы

Москва, Ленинградский проспект 31, Стадион юных пионеров, где стоит красивое современное здание из стекла и бетона. Это зимний легкоатлетический манеж. В огромном зале расположились стенды, а над ними, с перекрытий, свешиваются флаги стран-участниц. В центре манежа, на просторном игровом поле площадью около 500 квадратных метров, разместились советский раздел. Оформители постарались: белоснежные, разной высоты и необычной формы стеллажи с приборами издали напоминают летящие льдины.

Приборы и установки для сейсмологических исследований занимают всю правую половину советского стенда. Почти все они созданы в Ордена Ленина Институте физики Земли имени О. Ю. Шмидта. О них и хотелось бы рассказать.

Современная сейсмометрия имеет дело с весьма широким спектром сигналов. Это — и ничтожные, сравнимые с длиной волны света перемещения почвы при землетрясениях, удаленных от сейсмографа на тысячи и десятки тысяч километров, и разрушительные колебания при катастрофических близких землетрясениях, когда рушатся горы, разверзается земля и погибают города. Это — и собственные колебания планеты, период которых составляет сотни и тысячи секунд, и высокочастотные — десятки колебаний в одну секунду — микродрожания, когда вырываются запертые в недрах вулкана газы.

Вот, на одном из стеллажей разместились автоматическая станция для записи близких землетрясений. Она состоит из набора сейсмометров С5С и инженерно-сейсмического осциллографа ИСО-ИМ. Сейсмометр С5С,

удостоенный Золотой медали на Лейпцигской ярмарке, один из лучших в мире приборов подобного класса. Полностью автоматический осциллограф ИСО-ИМ способен в течение полугода без всякого обслуживания записать на фотопленке пять землетрясений интенсивностью до 7 баллов.

Рядом с автоматической станцией на столе стоит небольшой, размером с посылочный ящик, прибор. Экскурсовод, подойдя к посетителями к этому прибору, слегка толкает стол. Прибор тут же оживает. Крышка снята и мы видим, как загорается лампа осветителя, слышим жужжание мотора, тиканье часов. Это заработала автоматическая станция ССРЗ для записи сильных и разрушительных землетрясений интенсивностью в месте регистрации 6—10 баллов. Ларчик этот не совсем прост. В нем и три сейсмометра, и система регистрации с фотопленкой, и отметчик времени, и надежнейшая автоматика. В любом месте, в самых неблагоприятных условиях станция ССРЗ без вмешательства человека готова записать сильнейшее землетрясение. Нужно лишь раз в год менять батареи и при необходимости ставить новую кассету с фотопленкой.

Осциллограф ИСО-ИМ и станция ССРЗ работают в режиме ожидания: запись начинается, как только колебания почвы достигнут определенного размаха. Другой принцип применен в автоматических сейсмических станциях АСС и ЭСС, первая из которых записывает удаленные, а вторая — близкие сильные землетрясения. В этих станциях регистрация происходит непрерывно на протяжении одного — трех месяцев. Здесь ис-



Посетители выставки — профессор К. Беркхеймер (ФРГ), советский конструктор профессор Е. С. Борисович, В. М. Фрейд и профессор Г. Л. Шнирман осматривают сейсмический тепловой регистрирующий прибор

пользуются совершенная оптика и микрофотопленка, допускающая очень большую плотность записи — до 300 линий и более на один миллиметр. В станциях АСС и ЭСС, которые также экспонировались на выставке «Геодезия — геофизика-71», есть много интересных технических новинок: сверхэкономичный электромотор со световой коммутацией тока, строчная система записи поперек движения пленки, электронное устройство для приема по радио и селекции сигналов точного времени и т. д.

При записи сильных землетрясений приходится решать серьезную проблему надежности и вибропрочности аппаратуры. И она решена в пьезо-

электрическом акселерометре АПТ-1. Это, по существу, жесткая монолитная конструкция, без привычного маятника и пружин. В небольшом цилиндрическом корпусе, диаметром и высотой немногим более 10 см, находится трехкомпонентный датчик, измеряющий две горизонтальные и вертикальную составляющие ускорения движения почвы. Прибор выдерживает пятикратные перегрузки и всегда готов к работе.

В большинстве существующих систем записи землетрясений сейсмометры преобразуют колебания почвы в электрический ток, который по проводам поступает в рамку зеркального гальванометра. На выставке были представлены широко распростра-

ненные гальванометры ГБ-III и ГБ-IV, разработанные первоначально для сейсмометрии, а теперь хорошо известные и во многих других областях науки и техники.

Длиннопериодные гальванометры ДГ-100 и ДГ-300 — совершенно новые приборы. В сочетании со стандартными сейсмометрами они позволяют записывать очень медленные колебания почвы с периодами в сотни секунд. По своим техническим данным эти гальванометры заметно превосходят подобные приборы, разработанные в ФРГ, США и других странах.

Наряду с гальванометрической регистрацией на фотобумаге и фотопленке последние годы в сейсмометрии все чаще применяются и новейшие способы записи процессов, такие, как непосредственно видимая запись на специальных бумагах, магнитная, в частности цифровая магнитная запись. Ряд новинок отечественной техники в этой области также экспонировался на советском стенде Международной выставки «Геодезия — геофизика-71».

Из установок, которые уже несколько лет эксплуатируются на сейсмических станциях СССР и других стран, здесь следует упомянуть регистрирующий прибор Н-002. В комплекте с сейсмометрами и усилителем УПН-3М он позволяет записывать колебания почвы на так называемой теплочувствительной бумаге, не требующей никакой обработки. Это особенно ценно, когда требуется моментально получать информацию о параметрах землетрясения, например в службе предупреждения о цунами — катастрофических океанских волнах, возникающих, когда очаг землетрясения большой силы расположен под дном в определенных районах океана.

В приборе Н-002, работавшем на выставке, запись производится на специальной бумаге нагретым пером. Запись световым лучом гораздо удобнее, однако, фотобумага, которая при этом обычно используется, требует проявления и фиксирования. Регистрирующий прибор ПЭО-1, опытный образец которого неизменно вызывал большой интерес у всех посетителей выставки, объединяет в

себе достоинства этих двух способов записи — световой луч «пишет» на простой бумаге. Принцип действия осциллографа ПЭО-1 — электрография с промежуточным носителем записи и сухим проявлением. Вот что это означает: световой луч, отраженный от зеркала гальванометра, попадает на поверхность вращающегося селенового барабана, на которую предварительно «посажен» электростатический заряд. В тех местах, где побывал луч, заряд снимается. Таким способом на барабане образуется скрытое электрическое изображение записи процесса. После этого засвеченный участок барабана попадает в камеру с заряженным черным порошком. Электростатические силы отталкивают частички порошка от всей поверхности барабана, кроме тех мест, где заряд был снят световым лучом. К вращающемуся селеновому барабану прижата движущаяся с той же скоростью бумажная лента, на которой прочно фиксируется запись. Приборы, подобные ПЭО-1, отсутствуют в мировой практике и, несомненно, их ждет большое будущее.

Универсальная станция цифровой регистрации СЦР удовлетворяет самым придирчивым требованиям, предъявляемым при записи и последующем вводе в ЭЦВМ не только сейсмологической, но и другой геофизической информации. Станция регистрирует сигналы на магнитной пленке в виде 10-разрядного двоичного кода. В этом приборе происходит выборочная регистрация случайных процессов, время возникновения которых заранее неизвестно, например записываются землетрясения, начинающаяся только с определенной силы, а остальное время станция работает в режиме ожидания.

Станции цифровой регистрации — будущее сейсмической службы. А пока гигантские архивы сейсмических станций мира продолжают пополняться привычными сейсмограммами, записанными на фотобумаге в аналоговом виде. Оцифровка таких сейсмограмм вручную для последующего ввода материалов в ЭЦВМ — трудоемкая и малопроизводительная работа. Максимально упростить и значи-

тельно ускорить эту работу позволяет установка для полуавтоматического цифрования сейсмограмм Ф-004. На выставке все желающие могли посмотреть эту установку в действии и даже посидеть за ее штурвалом. Перед оператором — освещенный стеклянный матовый экран, на который спроецирован участок сейсмограммы. Сама сейсмограмма закреплена на барабане в верхней части прибора. Барабан вращается, и линия записи на экране движется. Оператор держит штурвал, похожий на рулевую «баранку», и управляет точкой на экране. Задача оператора — не дать точке сойти с линии за-

писи. Дальше все происходит автоматически, и перемещения точки на экране, повторяющие все прихотливые изгибы линии записи, преобразуются в наборы цифр, фиксируемых на перфокарте, перфоленте или магнитной пленке, которые затем можно ввести в ЭЦВМ.

Рассказ о первой выставке геодезических и геофизических приборов будет неполным, если не упомянуть о наклономерной станции НСО. Эта станция имеет большое значение, в частности для поисков возможных предвестников землетрясений, так как позволяет измерять малые наклоны земной поверхности.

Геодезические приборы



Советские геодезисты у входа на выставку «Геодезия — геофизика-71».
Фото В. С. Кусова

Большая часть геодезических приборов, которые демонстрировались в советском разделе выставки, разработана по стандартам, составленным в Центральном научно-исследовательском институте геодезии, аэро съемки и картографии (ЦНИИГАиК).

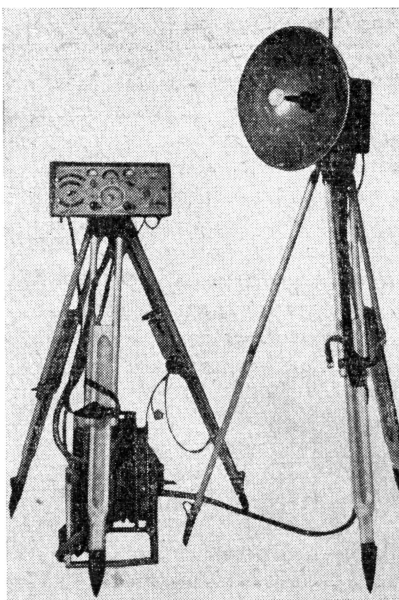
Экспонировались все виды геодезической аппаратуры. Нивелиры — приборы для определения разности высот точек земной поверхности и разности уровней воды в морях и океанах. Ошибки измерений в зависимости от типа нивелира колеблются от 0,2 до 15 мм на один погонный километр расстояния. Теодолиты — приборы, предназначенные для определения широты, долготы и азимута объекта из астрономических наблюдений, а также для измерения горизонтальных и вертикальных углов в геодезических построениях. Такие измерения используются для уточнения размеров и формы Земли, а также в топографических целях. Тахеометры применяются непосредственно в топо-

графических съемках при составлении топографических карт. Дальномеры оптические, электрооптические и радиотехнические измеряют расстояния до 50 км с точностью до 5 см. Гравиметры и маятниковые приборы предназначены для относительного определения ускорения силы тяжести в точках земной поверхности.

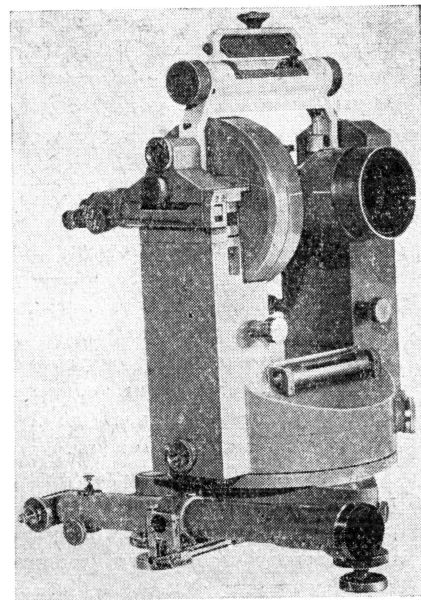
Нивелир Ni-1 (Фирма «Оптон Файнтехник», ФРГ) был лучшим из высокоточных с самоустанавливающейся линией визирования. Он обеспечивает проложение нивелировок 1 класса с ошибкой порядка 0,25 мм на километр двойного хода. Большим вниманием посетителей выставки — особенно иностранных гостей — пользовался советский теодолит Т-05. Это оптический триангуляционный теодолит, обеспечивающий измерение горизонтальных углов в триангуляции и полигонометрии 1 класса с ошибкой не более 0",5.

Советские тахеометры ТП и ТВ, демонстрируемые впервые на этой выставке, заинтересовали традиционных иностранных поставщиков таких приборов. И надо сказать, наши приборы по своим техническим и эксплуатационным характеристикам, а также по эстетическому исполнению были на уровне лучших образцов, представленных фирмами «Карл Цейсс» (ГДР) и «Вильд» (Швейцария).

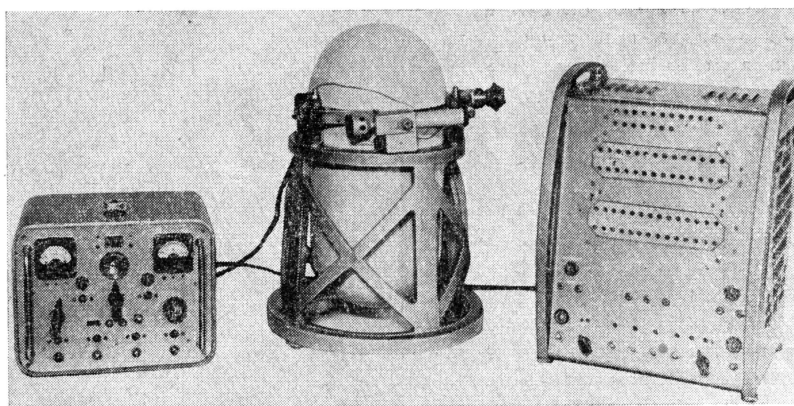
Электронно-оптический тахеометр Reg Elta-14 (Фирма «Оптон») одновременно (светодальномерным путем) измеряет расстояния, горизонтальные или вертикальные углы по кодовым устройствам. Расстояния до 2 км измеряются с ошибкой ± 1 см и углы с ошибкой $\pm 5''$. Потребляемая мощность прибора 20 Вт. Вес прибора 20 кг и перфоратора 11,5 кг. Текущий контроль осуществляется по записям, снимаемым со светового табло. Обработка результатов измерений выполняется на ЭВМ, куда передается полностью заполненная перфолента. К достоинствам этого прибора относятся полная механизация процесса измерения расстояний и углов, а также и вычисления координат. Нужно лишь установить прибор, навести зрительную трубу и нажать кнопку, все остальное будет выполнено автоматически.



Советский радиодальномер «Луч» для измерения расстояний в тех районах, где прямая видимость из-за неблагоприятных атмосферных условий затруднена. Прибор работает в трехсантиметровом диапазоне радиоволн



Оптический триангуляционный теодолит, изготовленный в СССР. Зрительная труба теодолита имеет ахроматическую коррекцию, окулярный микрометр, используемый в целях повышения точности наведения на визирную цель. Теодолит снабжен поверительной трубой и, следовательно, может быть с успехом применен в наблюдениях с малоустойчивых подставок



Вакуумный маятниковый прибор ОВМ, разработанный в ЦНИИГАиК и предназначенный для измерения относительной силы тяжести на опорных пунктах с точностью около 0,15 мгал. В приборе установлены два кварцево-металлических маятника с вольфрамовыми чечевицами. Управление ОВМ осуществляется специальным, полностью автоматизированным пультом. Для определения периодов и амплитуд колебаний применены электронно-счетные устройства

На выставке были широко представлены современные приборы для линейных измерений — светодальномеры. Из приборов среднего диапазона заслуживает особого внимания светодальномер ЕОК-2000 (Народное Предприятие «Карл Цейсс», ГДР) с цифровой индикацией расстояний: на частотах 30,3 и 33 мгц получают километры и метры, а на 30 мгц — доли метров. Таким образом, процесс вычисления сводится только к суммированию километров, метров и долей метра. Этот светодальномер измеряет расстояния длиной до 2 км с ошибкой 1 см за 1,5 минуты.

На выставке были представлены два типа высокоточных светодальномеров, в которых источником излучения использован лазер — это советский светодальномер «Кварц» и «Геодиметр» модель 8 (Швеция). Светодальномер «Кварц» измеряет расстояния на четырех фиксированных частотах — днем до 30 км и ночью до 50 км с ошибкой $M = \pm(1 + 2 \cdot 10^{-6} D/\text{см})$. Вес прибора (приемопередатчика) 25 кг. На измерение этим прибором линии длиной 30 км требуется 1,5—2 часа, включая время, затрачиваемое на прогрев и юстировку прибора.

По дальности измеряемых расстояний шведский светодальномер «Геодиметр» (модель 8, фирма «АГА») равноценен нашему светодальномеру «Кварц», но измеряет он расстояния примерно в два раза точнее, если отвлечься от атмосферных искажений. Так же как и в «Кварце», измерения производят на четырех фиксированных частотах. Весит «Геодиметр» 23 кг.

В радиодальномере «Луч» приемопередающие устройства могут быть установлены на выдвинутые вверх антенны на высоту до 25 м, индикаторные же блоки располагаются внизу и соединяются с приемопередающим устройством гибким кабелем. Радиодальномер измеряет расстояния до 40 км и более с погрешностью $M = \pm(3 + 3 \cdot 10^{-6} D/\text{см})$.

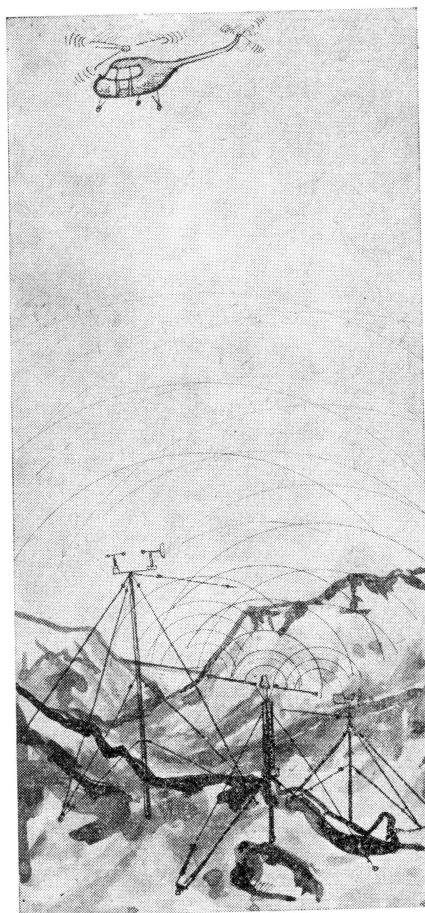
Из приборов для измерения силы тяжести экспонировались приборы, предназначенные только для относительного определения ускорения силы тяжести. Интересными советскими

экспонатами были маятниковый вакуумный прибор ОВМ и геодезический астазирванный гравиметр ГАГ-2, используемый для создания опорных гравиметрических сетей с погрешностью 0,1 мгал в диапазоне изменения силы тяжести в 10 гал или с погрешностью 0,02 мгал в диапазоне изменения силы тяжести 50 мгал. Гравиметр весит 25 кг.

Новые приборы, показанные на выставке, позволяют сделать некоторые выводы о направлениях развития

геодезического приборостроения: неотъемлемой частью геодезических приборов все больше и больше становится электроника; в геодезических работах все чаще используется автоматизация процессов измерения и обработки результатов; во всех странах заметно стремление к стандартизации узлов и деталей геодезических приборов, а также к улучшению их внешнего вида (вот почему в настоящее время рядом с конструктором, как правило, работает художник).

Автоматическая радиометеорологическая станция



Без автоматизации гидрометеорологических наблюдений невозможно сейчас представить Гидрометеорологическую службу Советского Союза. Ведь на территории нашей Родины много труднодоступных и еще необжитых районов: необитаемые высокогорные области, Арктика, некоторые районы Дальнего Востока.

Первая сеть автоматических радиометеорологических станций (АРМС-1) была разработана в 1939—1944 гг. Это был комплект аппаратуры для автоматического измерения и передачи по радио сведений о скорости и направлении ветра, температуре, атмосферном давлении через каждые 6 часов. В период 1954—1970 гг. уже работала в районах Крайнего Севера, Дальнего Востока, Забайкалья и пустыни Каракум более усовершенствованная аппаратура.

На выставке «Геодезия — геофизика-71» экспонировался современный опытный образец автоматической радиометеорологической станции (М-107), которая рекомендована к серийному производству.

Аппаратура станции М-107 отличается от прежних повышенной точностью информации о температуре воздуха ($\pm 0,8^\circ \text{C}$) и атмосферном

давлении (± 1 мб), передачей информации в цифровом коде Морзе, а также тем, что в комплекте аппаратуры есть датчик тумана, автоматическая ветроэлектрическая зарядная станция и т. д.

Данные М-107 автоматически передаются по каналу радиосвязи 8 раз в сутки в заранее установленные (синоптические) сроки. Аппаратура станции построена на принципе электро-механического и электронно-оптического преобразований измеряемой ею величины, или состояния метеорологического элемента, в электрические сигналы, закодированные знаками цифрового телеграфного кода и передаваемые в эфир на приемные радиостанции. Вертолет доставляет людей и аппаратуру автоматической станции в самые недоступные места. Для установки всей аппаратуры достаточно трех человек, которые за две недели монтируют ее и делают контрольную поверку, после чего станцию оставляют на целый год.

Однако, как и всякий прибор, автоматическая станция нуждается в определенных климатических условиях эксплуатации. Так, температура окружающего воздуха не должна быть выше $+50^{\circ}\text{C}$ и ниже -50°C ; станция фиксирует колебания атмосферного давления от 600 до 1050 мб и может

выдержать ураганные ветры до 60 м/сек. Причем автоматическая ветроэлектрическая зарядная станция служит источником питания для работы всей аппаратуры. А в тех районах, где длительное время стоит безветренная погода, питание аппаратуры станции М-107 обеспечивается изотопным термоэлектрическим генератором. Этот генератор может работать в любых климатических условиях. При распаде радиоактивного изотопа (стронций-90) в изотопном и тепловом блоках выделяется определенное количество тепла. Это тепло направляется на термоэлектрический преобразователь, который превращает тепловую энергию в электрическую. Полученная электрическая энергия подается в систему преобразования напряжения, которая позволяет получать требуемое напряжение и ток для автоматического беспре-рывного подзаряда блока аккумуляторов станции в течение не менее 10 лет.

Принцип действия метеорологических датчиков основан на преобразовании неэлектрической величины (метеозлемента) в электрическую. Среднюю скорость ветра за 10 минут фиксирует трехчашечный ветроприемник. Число оборотов ветроприемника, пропорциональное скорости

ветра, преобразуется в число импульсов, поступающее на вход электро-механического счетчика блока автоматики. «Опрос» датчика направления ветра (флюгера) осуществляется электромагнитным прижимом контактной стрелки к соответствующей панели контактной шкалы в момент передачи информации. Атмосферное давление измеряется по смещению блока мембранных барокоробок. Давление преобразуется в электрические импульсы. Температура воздуха измеряется блоком двух последовательно соединенных электрических термометров сопротивления.

Жидкие осадки, выпавшие за 3 часа, определяются числом качания челнока. При каждом опрокидывании челнока в электро-механический счетчик блока автоматики посылаются электрические импульсы, число которых пропорционально количеству выпавших осадков. Солнечная радиация и туман фиксируются специальными преобразователями, которые подают сигнал на матрицу кодирующего устройства блока автоматики.

В настоящее время автоматическая станция проходит опытную эксплуатацию в труднодоступных и необжитых районах Камчатки и Южного Сахалина.

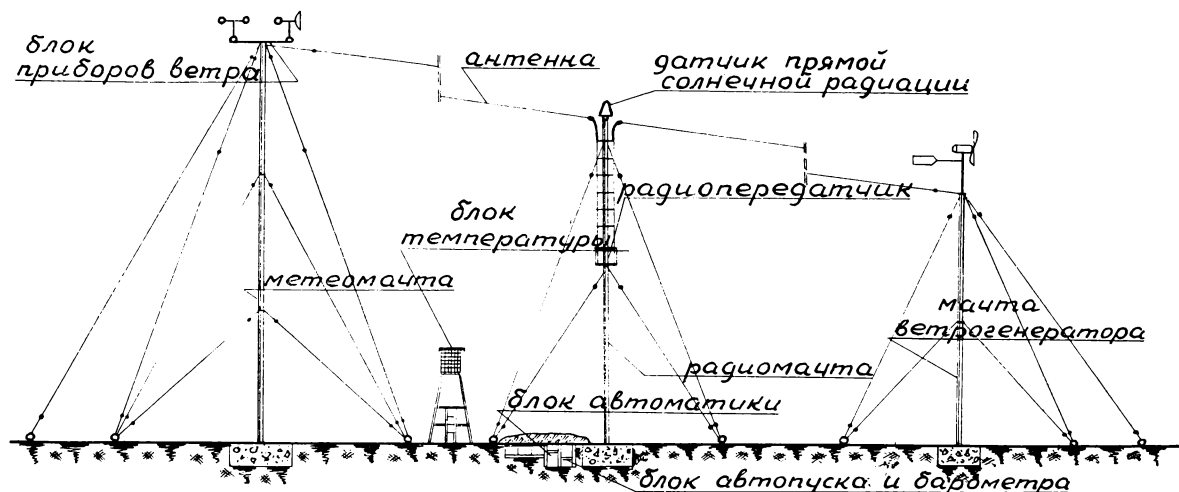
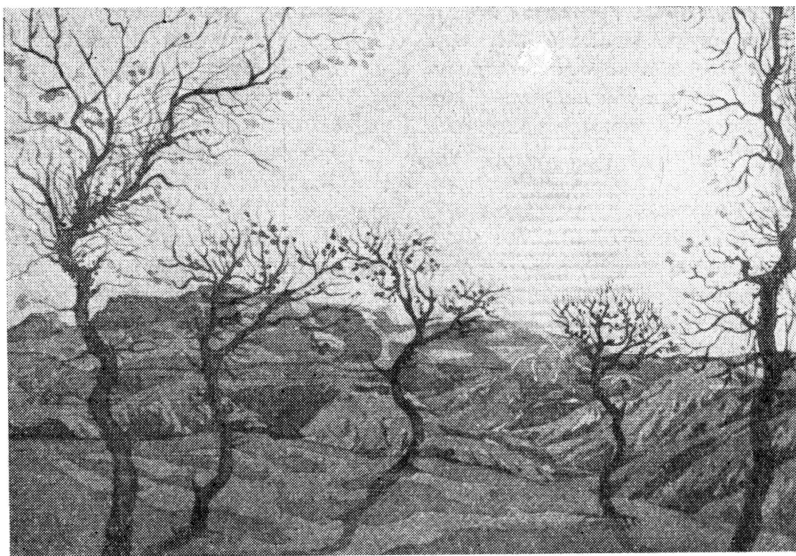


Схема установки основных блоков автоматической радиометеорологической станции М-107

Стихи о Вселенной

Максимилиан
Александрович
Волошин



Лунный танец

Акварель М. Волошина. 1925 г.

САТУРН

На тверди видимой алмазно и лазурно
Созвездий медленных мерцает бледный свет.
Но в небе времени снопы иных планет
Несутся кольцами и в безднах гибнут бурно.

Пусть темной памяти источенная урна
Их пепел огненный развеяла как бред —
В седмичном круге дней горит их беглый след.
О, пращур Лун и Солнц, вселенная Сатурна!

Где ткало в дымных снах сознание-паук
Живые ткани тел, но тело было — звук.
Где лился музыкой, непознанной для слуха,

Творящих числ и волю мерцающий поток,
Где в горьком сердце тьмы сгущался звездный сок,
Что темным языком лепечет в венах глухо.
1907

СОЛНЦЕ

Святое око дня, тоскующий гигант!
Я сам в своей груди носил твой пламень пленный,
Пронизан зрением, как белый бриллиант,
В багровой тьме рождавшейся вселенной.

Но ты, всезрящее, покинуло меня,
И я внутри ослеп, вернувшись в чресла ночи.
И вот простерли мы к тебе — истоку Дня —
Земля свои цветы и я — слепые очи.

Невозвратимое! Ты гаснешь в высоте,
Лучи призывные кидая издалека.
Но я в своей душе возжгу иное око
И землю поведу к сияющей мечте!
1907

ЛУНА

Седой кристалл магических заклятий,
Хрустальный труп в покровах тишины,
Алмаз ночей, владычица зачатий,
Царица вод, любовница волны!

С какой тоской из водной глубины
К тебе растут, сквозь мглу моих распятий —
К Диане бледной, к яростной Гекате,
Змеинные, непрожитые сны!

И сладостен и жутко безотраден
Алмазный бред морщин твоих и впадин,
Твоих морей блестящая слюда —

Как страстный вопль в бесстрастности эфира...
Ты крик тоски, застывший глыбой льда,
Ты мертвый лик отвергнутого мира!
1907

* *
*

Сердце мира, солнце Алкиана,
Сноп огня в сиянии Плеяд!
Над зеркальной влагой Океана —
Грозди солнц, созвездий виноград.

С тихим звоном, стройно и нескоро
Возносясь над чуткою водой,
Золотые числа Пифагора
Выпадают мерной чередой.

Как рыбак из малой Галилеи,
Как в степях халдейские волхвы,
Ночь-Фиал, из уст твоей лилел
Пью алмазы влажной синевы!
1907

СОЗВЕЗДИЯ

Звенят весы и клонят коромысла.
Нисходит вниз, возносится бадья...
Часы идут, сменяя в небе числа,
Пути миров чертя вкруг остия.

Струится ночь. Журчит и плачет влага.
Ладья скользит вдоль темных берегов,
И чуток сон в водах Архипелага,
Где в море спят созвездья островов.

Гнездо Гиад... и гроздь огней — Плеяды...
Великий Воз и зоркий Волопас...
Свой права путь чрез темные Циклады —
Какой пловец в уме не числил вас?

И ваш узор пред взором Одиссея
В иных веках искрился и мерцал,
И ночь текла, золотые зерна сея,
Над лоном вод в дрожании зерцал.

И, ставя сеть у древних стен Хавона,
В тиши ночной видали рыбаки
Алмазный торс гиганта Ориона,
Ловца зверей, любовника зари.

Когда ж земля бессмертными иссякла,
Лишь глубже стал и ярче небосклон.
И Солнцу путь затмила тень Геракла,
И Зевс воздвиг на небе льдистый Трон.

Все имена, все славы, все победы
Сплетались там в мерцаниях огней.
Над головой жемчужной Андромеды
Чертил круги сверкающий Персей.

В себе тая все летописи мира,
В ночах светясь внемирной красотой,
Златыми пчелами расшитая порфира
Струилась с плеч Ионии святой.

1908

CORONA ASTRALIS

ИЗ ВЕНКА СОНЕТОВ

В мирах любви — неверные кометы, —
Закрит нам путь проверенных орбит!
Явь наших снов земля не истребит, —
Полночных солнц к себе нас манят светы.

Ах, не крещен в глубоких водах Леты
Наш горький дух, и память нас томит.
В нас тлеет боль внежизненных обид —
Изгнанники, скитальцы и поэты!

Тому, кто зряч, но светом дня ослеп,
Тому, кто жив, и брошен в темный склеп,
Кому земля — священный край изгнанья,

Кто видит сны и помнит имена, —
Тому в любви не радость встреч дана
А темные восторги расставанья!

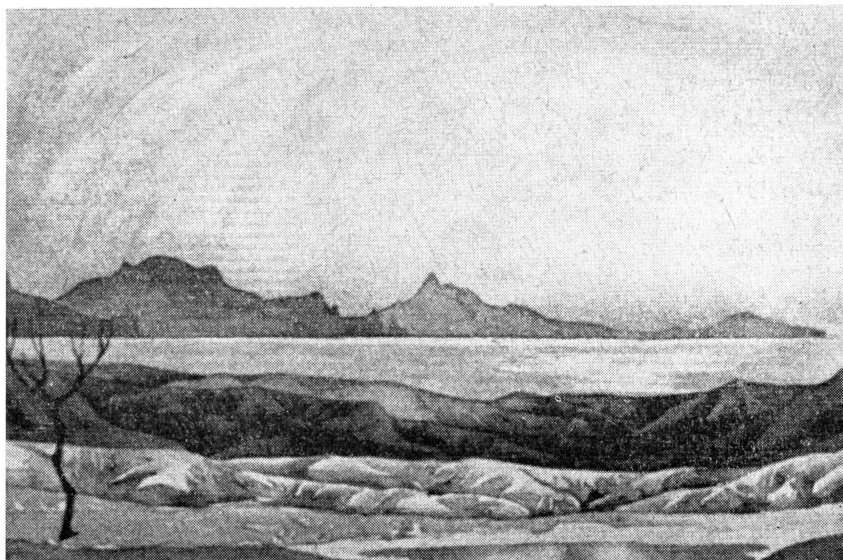
IV

Полночных солнц к себе нас манят светы...
В колодцах труб пытливый тонет взгляд.
Алмазный бег вселенные стремят:
Системы звезд, туманности, планеты,

От Альфы Пса до Веги и от Бэты
Медведицы до трепетных Плеяд —
Они простор небесный бороздят,
Творя во тьме свершенья и обеты.

О, пыль миров! О, рой священных пчел!
Я исследил, измерил, взвесил, счел,
Дал имена, составил карты, сметы...

Но ужас звезд от знания не потух.
Мы помним все: наш древний, темный дух,
Ах, не крещен в глубоких водах Леты!
1909



Солнце

Акварель М. Волошина. 1926 г.

Репродукции акварелей М. А. Волошина, демонстрировавшихся в декабре 1974 г. в Москве.
Фото В. А. Милюшенко

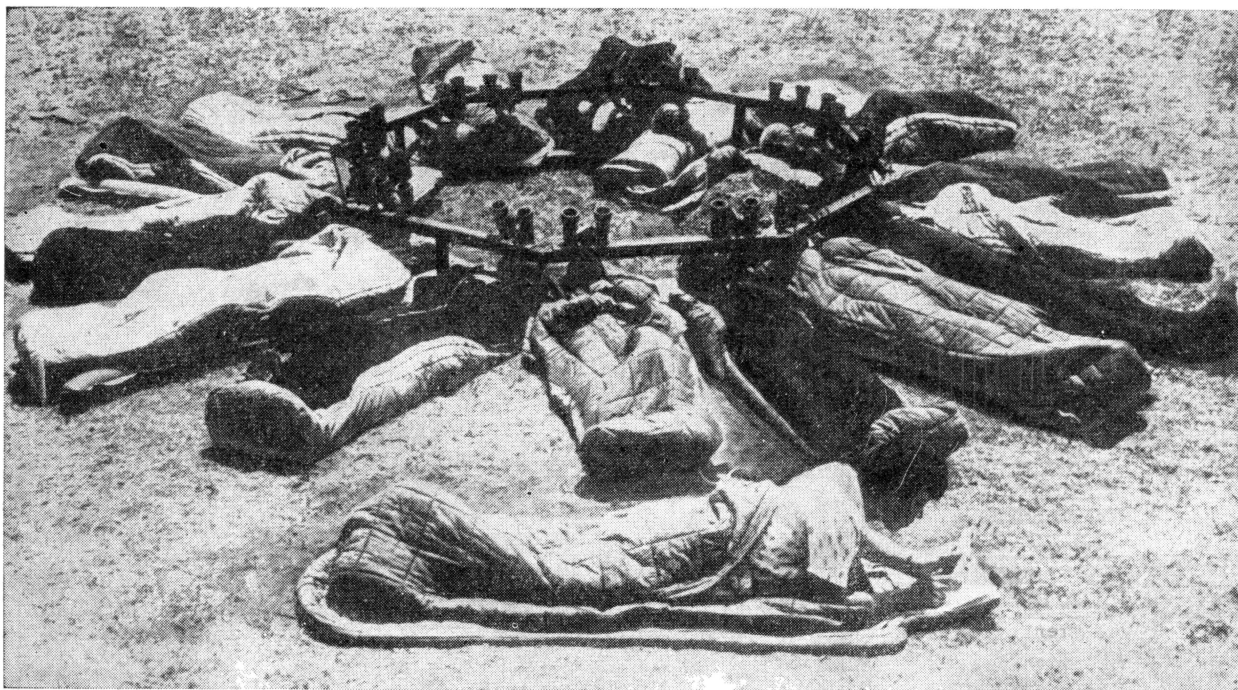


Исследуем численность метеоров

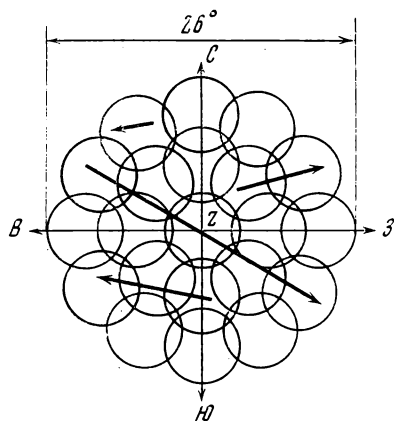
Распределение метеоров по звездным величинам — один из важных вопросов метеорной астрономии. Чтобы получить это распределение, нужно узнать, сколько метеоров данной звездной величины вспыхнуло на определенном участке неба за один час. На первый взгляд задача проста, казалось бы, доступна самому неопытному любителю астрономии. Но в действительности подсчитать метеоры трудно, и особенно слабые 5, 6, 7-й звездной величины.

Интересным способом наблюдений числа метеоров каждой звездной величины пользуются крымские любители астрономии. Наблюдатели делают

их на две группы. Одна — назовем ее группой А — регистрирует метеоры невооруженным глазом, а другая группа Б — в бинокли. Обе группы обозревают одновременно один и тот же участок неба. Таким образом, группа Б дополняет наблюдения группы А, поскольку ее наблюдатели видят метеоры слабее 5-й звездной величины, так называемые телескопические метеоры, или телеметеоры. Метеоры ярче 4—5-й звездной величины должны наблюдать обе группы. По этим «общим метеорам» можно связать результаты, полученные группами А и Б, и сравнить различия в оценке звездных величин



Наблюдатели расположились под штативом, на котором укреплены бинокли. Секретарь-регистратор записывает параметры метеоров в журнал под диктовку наблюдателей



Расположение на небе полей зрения биноклей для 19 наблюдателей. Зенит в центре. Длинные метеоры регистрируются несколькими наблюдателями

метеоров наблюдателями обеих групп.

И вот, в одну из темных звездных ночей, какими богат Крым, в горах над селом Перевальное собралось около 60 наблюдателей метеоров из Крымской и других областей страны. Часть из них разделились по группам: 8 человек вошло в группу А, 19 — в группу Б. Каждый наблюдатель второй группы был вооружен 7-кратным морским биноклем. Для «охоты за метеорами» ему отводился строго определенный участок неба внутри 26-градусной зоны вокруг зенита. Поля зрения немного перекрывались. Эта же зона внимательно осматривалась наблюдателями группы А. Таким образом, если в зоне появлялся яркий метеор, то его должны были заметить наблюдатели обеих групп.

Между членами контрольно-технической группы метеорной экспедиции обязанности распределялись так: одни были секретарями-регистраторами, другие — секретарями-хронометражистами, третьи — контролерами.

Но в первую же ночь возникли недоразумения: наблюдатели группы А заподозрили телеметеорщиков в недобросовестности, так как те не всегда реагировали на полет отдельных сравнительно ярких метеоров. Кто-то даже пошутил, сказав, что наблюда-

тели телеметеоров спят, прикрыв глаза окулярами биноклей (ведь это так удобно!). Эксперимент пришлось начинать сначала. И опять группа Б пропустила часть ярких метеоров. В группе Б поменяли наблюдателей. Результат остался прежним. Уменьшили зону наблюдений, наблюдателям запретили даже моргать. Результат почти не изменился.

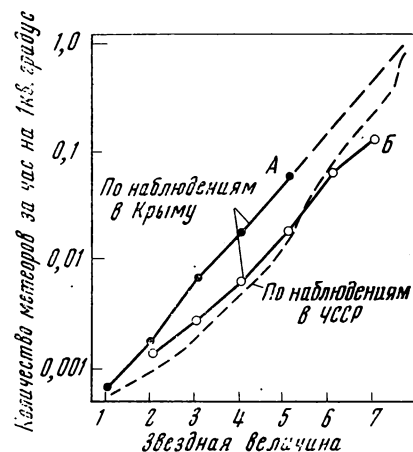
Наконец, кто-то предположил, что некоторые метеоры обычной яркости так быстро проскальзывают через ограниченное поле зрения бинокля, что глаз не успевает их фиксировать. Стали изучать этот эффект. Оказалось, число таких метеоров относительно числа метеоров, видимых невооруженным глазом, непостоянно и зависит от времени суток, причем наибольшие их потери случаются утром. Это понятно, так как к утру скорость метеоров вообще увеличивается* и они еще быстрее проносятся через поле зрения бинокля, чаще оставаясь незамеченными.

При телескопических наблюдениях происходит селекция метеоров: уверенно регистрируются в основном средние и медленные метеоры. Не в этом ли причина малочисленности телеметеоров в таких обильных потоках, как Персеиды, ведь Персеиды — поток быстрых метеоров?

Из ночи в ночь на протяжении почти 230 часов метеорные патрули фиксировали метеоры. Всего за четыре месяца 1966 г. было отмечено 25 000 метеоров. Обработка этих наблюдений длилась более двух лет! Нужно было «взвесить», сравнить разные методы обработки.

Крымским наблюдателям удалось надежно получить числа метеоров от 1-й до 7-й звездной величины. Более ярких метеоров слишком мало, более слабые в бинокли видны неуве-

* Геоцентрическая скорость метеорного тела v_g (скорость в атмосфере Земли) складывается из скорости Земли v_t и скорости метеорного тела v_h относительно Солнца (гелиоцентрической скорости) $v_g = v_h + v_t$. Таким образом, самые быстрые метеоры наблюдаются с утреннего полушария Земли, так как метеоры летят ей навстречу.



Распределение метеоров по звездным величинам: черные кружки — наблюдения группы А; белые — группы Б. Пунктиром показано распределение, полученное чехословацкими наблюдателями. Оно хорошо согласуется с кривой, построенной по наблюдениям группы Б. Следовательно, чехословацкие наблюдатели не учли потери быстрых метеоров при телескопических наблюдениях

ренно. Метеоры указанной яркости соответствуют частицам с массой от 1 до 0,001 г.

Распределение метеоров по звездным величинам — функция светимости — в первом приближении представляет собой геометрическую прогрессию. Отношение количества метеоров данной величины N_m к предыдущей N_{m-1} постоянно: $\frac{N_m}{N_{m-1}} = x$ и равнялось в июле 1966 г. 2,7, в августе 2,3.

Исследования метеоров продолжают. Ежегодно в Крыму в июне, июле и августе собираются члены Крымского, Ярославского, Днепропетровского и других отделений ВАГО. Они включаются в состав Крымских зональных метеорных экспедиций (в 1971 г. проведена пятьдесят третья экспедиция). Над селом Перевальное, Судакком тишина крымских ночей нарушается деловитыми возгласами наблюдателей: «Секретарь, метеор второй звездной величины! Дайте номер и время!»

В. В. МАРТЫНЕНКО

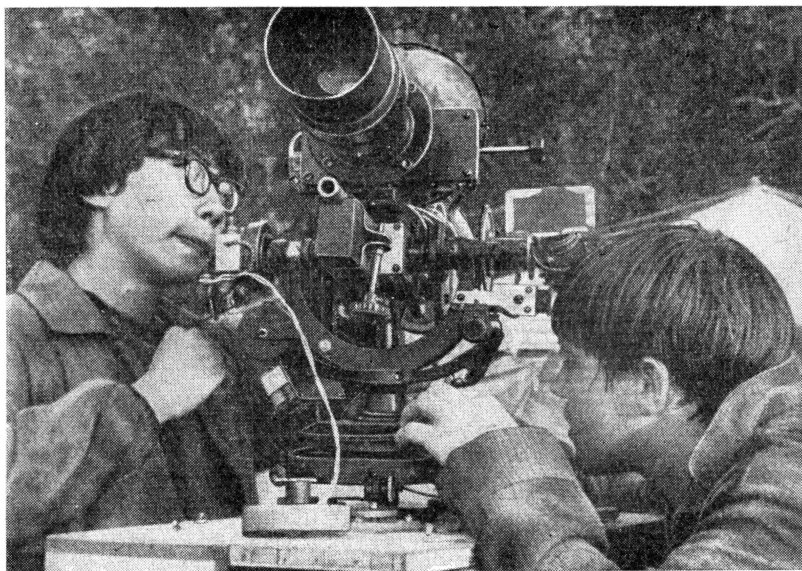
Экспедиция

юных астрономов

Новосибирска

Каждое лето начиная с 1963 г. юношеская секция Новосибирского отделения ВАГО и астрономическая обсерватория Клуба юных техников Сибирского отделения АН СССР проводят патрульные наблюдения серебристых облаков. Летом 1971 г. была организована экспедиция, участниками которой стали школьники 8—10 классов. В большинстве своем эти ребята не первый год занимаются в обсерватории, увлекаются астрономией, имеют необходимый минимум знаний и навыков для самостоятельного выполнения работы.

За несколько месяцев до отъезда в экспедицию была составлена программа наблюдений. Тогда же школьники приступили к изготовлению приборов и аппаратуры. Валерий Демидов, Владимир Полушин, Владимир Батороев, Николай Алякринский под руководством автора статьи конструировали электрофотометр для наблюдения яркости, цвета и поляризации света серебристых облаков и сумеречного сегмента. Прибор этот сложен. Помимо оптики и механики он включает комплекс радиоэлектронной аппаратуры — фотоумножитель (ФЭУ), устройство для вращения поляризационного фильтра, источник стабилизированного напряжения ВС-22, питающий ФЭУ, усилитель постоянного тока, электронный потенциометр ЭПП-09, эталон яркости для контроля работы радиоаппаратуры. В качестве питающей оптики в электрофотометре использовался объектив от аэрофотоаппарата АФА-33 М с



Владимир Батороев (слева) и Алексей Ревягин готовят электрофотометр к наблюдениям



Анатолий Белкин (слева) и Алексей Ревягин налаживают радиоаппаратуру

фокусным расстоянием 40 см и относительным отверстием $1 : 4,5$. Для цветных наблюдений приобрели поляризационные фильтры с полосой пропускания $100 \text{ \AA}$ в видимом участке спектра. Электрофотометр был установлен на теодолите. По кругам теодолита можно отсчитывать высоты и азимуты наблюдаемых точек сумеречного сегмента или облаков. Для привязки наблюдений ко времени запаслись морским хронометром и печатающим хронографом.

С 16 июня по 8 июля ребята жили в палаточном лагере вблизи села Новошмаково Черепановского района Новосибирской области. Как только ребята электрифицировали лагерь, начался монтаж и опробование аппаратуры, тренировочные наблюдения. Уточнялась и отшлифовывалась методика наблюдений, выявлялись и устранялись некоторые технические недостатки.

Не занятые в научных наблюдениях ребята знакомились со звездным небом, учились работать с телескопами, проводили наблюдения переменных звезд. В телескопы, бинокли, астрономические трубы, кометоискатели они не только сами наблюдали небесные тела, но и показывали гостям из соседнего пионерского лагеря Солнце, Луну, планеты, двойные звезды и звездные скопления.

Плохая погода помешала получить научную информацию: сумеречный сегмент полностью или частично был закрыт обычными облаками. И все же экспедицию можно считать удачной. Ребята опробовали в реальных условиях электрофотометр и отработали методику наблюдения на нем. Это было важно, так как они впервые проводили электрофотометрические наблюдения. Нужно отметить, что школьники научились самостоятельно работать и с радиоаппаратурой.

После возвращения из экспедиции ребята решили создать в селе Новошмаково стационарный пункт для наблюдения серебристых облаков.

С. С. ВОЙНОВ

Фото А. Карабанова



Елена Овчинникова (слева) и Татьяна Новосельцева возле установки для фотографических поляриметрических наблюдений



У телескопа — гости юных астрономов, ребята из пионерского лагеря

НАГРАДЫ ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

На страницах нашего журнала уже рассказывалось о II Всесоюзной конференции и смотре творческих работ юных любителей астрономии («Земля и Вселенная», № 5, 1971 г., стр. 74). Конференция проводилась весной 1971 г. на Выставке достижений народного хозяйства СССР. После подведения итогов конференции жюри рекомендовало авторов лучших работ к награждению медалями ВДНХ. Сейчас мы можем назвать имена 42 школьников, получивших медали «Юный участник ВДНХ СССР».

Наградами отмечены лабораторные и наблюдательные работы, связанные с использованием современных методов астрофизики. Среди награжденных особенно много ребят из астрономической обсерватории Клуба юных техников Новосибирска. Надежда Баранова и Валентина Хорохордина успешно обработали фотометрические наблюдения кометы Беннета, Татьяна Овчинникова — спектральные наблюдения звезды γ Кассиопеи. Валерий Демидов и Владимир Полушин плодотворно участвовали в разработке и изготовлении электрофотометра для наблюдения серебристых облаков. Николай Алякринский и Владимир Батороев отличились при конструировании лабораторного прибора, на котором исследуются характеристики фотоэлектрических приемников, а Владимир Агульник организовал работы по программированию задач, связанных с математической обработкой результатов наблюдений.

Пять медалей получили юные астрономы Московского городского Дворца пионеров и школьников. Юрий Соколов и Борис Юрченко награждены за исследование свечения неба в эпохи появления серебристых облаков; Алексей Григорьев, Рустам

Курбанов и Александр Лукин — за изготовление фотометрического макета Луны.

Уже давно славятся своими исследованиями метеорных потоков юные астрономы Крыма. Людмила Вагнер, Надежда Кремнева и Анна Левина, получившие медали ВДНХ, обработали наблюдения потока Персеид в 1969 и 1970 гг.

Наряду с изучением метеоров, по-прежнему, традиционны для юных астрономов наблюдения серебристых облаков. Медалями ВДНХ награждены Вера Вокина и Ганна Мейерштейн из Риги, выполнившие визуальные и фотографические наблюдения мезосферных облаков в Сигулде; Вера Ишутова и Валентина Рехенкина из села Елаур Ульяновской области за обработку многолетних наблюдений серебристых облаков. Большой наблюдательный материал по серебристым облакам собрали Радий Кудрявцев, Иршат Мурдеев, Виктор Ренер и Анна Циммерман из Челябинска. Астрономы Челябинского Дворца пионеров успешно наблюдали полное солнечное затмение 22 сентября 1968 г. и прохождение Меркурия по диску Солнца 9 мая 1970 г. За участие в подготовке и проведении экспедиции по наблюдению полного солнечного затмения и успешное фотографирование солнечной короны отмечен школьник из Риги Андрис Ласманис.

На смотре творческих работ юных астрономов были представлены и самодельные астрономические инструменты. Лучшим признан телескоп-рефлектор с диаметром зеркала 260 мм, который построил Сергей Шестопалов, член астрономической секции Бакинского Дворца пионеров. Медалями ВДНХ награждены Вячеслав Браилко из Ашхабадского Дворца пионеров, изготовивший телескоп-рефлектор, Юрий Колодин, ученик школы № 72 города Омска, построивший фотометрический прибор АФСКА-1, и Владимир Фролов из Рыбинска — автор портативного астрографа. Медаль вручена и горьковчанину Николаю Матюшечкину. Он одним из первых применил телевизионную систему в любительских астрономических наблюдениях.

На самодельном фотогелиографе

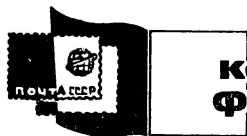
и астрографе Людмила Акимова и Александр Гришин из Углича получили прекрасные фотографии небесных объектов. Много ценных снимков привезли на смотр Евгений Розенберг и Игорь Стадниченко из Киевского Дворца пионеров и школьников. Фотоальбом стал иллюстрацией к интересному докладу Владимира Татарникова «Наблюдения, выполненные членами астрономической секции Иркутского ученического общества «Знание» с 1966 по 1971 г.».

Ашхабадские любители астрономии Виктор Полищук и Наталья Сысоева награждены как авторы докладов: «Наблюдение атмосферного режима в городе Ашхабаде» и «Создание астрономических кружков в Туркмении». Лучшим обзорным докладом признан доклад киевлянина Александра Марченко «Квазары».

Среди экспонатов, присланных на смотр, было много демонстрационных приборов. Жюри отметило медалями две оригинальные звездные карты: вращающуюся звездно-планетную карту, изготовленную при активном участии Владимира Афанасьева, Александра Букалова и Василия Чубаря из Донецка, и светящуюся карту, выполненную на оргстекле горьковчанином Сергеем Носковым.

Медали ВДНХ получили руководители юношеских астрономических коллективов. Серебряными медалями награждены заведующий астрономической обсерваторией Клуба юных техников СО АН СССР С. С. Войнов и заведующий отделом астрономии Московского городского Дворца пионеров и школьников Б. Г. Пшеничнер. Бронзовые медали вручены руководителю астрономического кружка школы № 5 города Углича Ю. А. Гришину, руководителю Крымской областной юношеской астрономической обсерватории В. В. Мартыненко, руководителю кружка физики космоса Московского городского Дворца пионеров и школьников В. А. Ромейко, руководителю астрономической секции Бакинского городского Дворца пионеров С. И. Сорину.

Редакционная коллегия журнала «Земля и Вселенная» поздравляет всех награжденных и желает им новых успехов.



КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Адрес экспозиции:

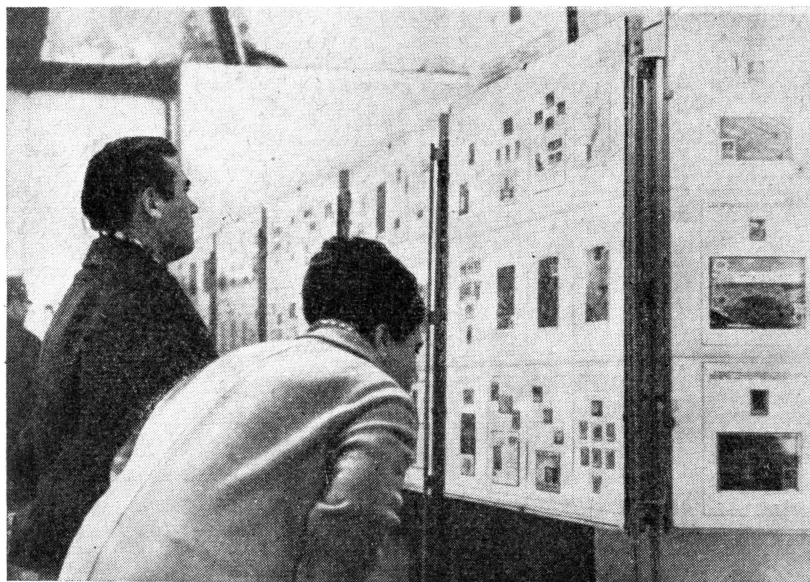
Москва, ВДНХ, павильон «Космос»

Шестнадцать скромных стендов с почтовыми марками, конвертами, открытками установлены в павильоне «Космос» на Выставке достижений народного хозяйства СССР в Москве. Около них никогда не бывает безлюдно, хотя буквально рядом — спутники, орбитальные и межпланетные научные станции, космические корабли и множество других интересных экспонатов.

Кому же принадлежат эти стенды, отразившие необычным образом рождение и развитие советской космонавтики? Объединению коллекционеров, впервые выступивших экспонентами на ВДНХ СССР, вскоре исполнится четыре года, возраст же участников — московских пионеров и школьников, хотя и больше, однако, солидным его тоже не назовешь.

База объединения коллекционеров — кружок юных филателистов школы № 420 Первомайского района столицы. Руководит кружком инструктор юношеской секции Московского отделения Всесоюзного общества филателистов, десятиклассник той же школы Николай Осадченко. Этот кружок — своеобразный филиал клуба юных филателистов Московского городского Дворца пионеров и школьников.

Теперь ребята с улыбкой вспоминают, сколько трудностей пришлось им преодолеть. Собрать необходимый коллекционный материал особого труда не составляло, но гораздо сложнее было оформить его в завершенную экспозицию «Путь к звездам», способную привлечь внимание посетителей ВДНХ. Нужно было не только добиться зрительного эффекта яркими миниатюрными изображе-



У экспозиции в павильоне «Космос» на ВДНХ

ниями, но и сделать содержательным каждый стенд.

Ребята нуждались в помощи специалистов как в области космонавтики и ее истории, так и в области филателии. Чуть ли не в полном составе кружковцы нагрянули в гости к своему товарищу Саше Ищенко, отец которого — Петр Фомич, четырехкратный чемпион мира по парашютному спорту, в свое время тренировавший Ю. А. Гагарина, — располагает редкими материалами по истории космонавтики. Ребята установили непосредственные деловые связи с сыном покойного профессора Н. А. Рынина, одного из пропагандистов работ К. Э. Циолковского, с родственниками академика А. Ф. Иоффе, ди-

ректором Постоянной выставки работ АН СССР В. В. Базыкиным, главным методистом павильона «Космос» ВДНХ СССР Н. А. Поваровым, которые оказали юным коллекционерам немалую практическую помощь.

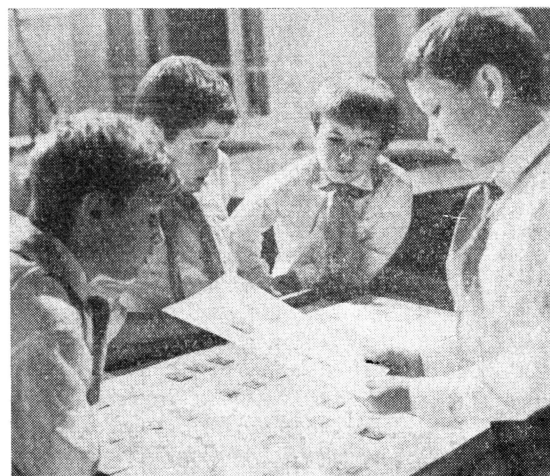
Кроме того, при подготовке экспозиции юным филателистам активно помогали Дирекция по изданию и экспедированию знаков почтовой оплаты, Московское отделение ВОФ, учителя школы № 420 Первомайского района столицы, члены клуба филателистов при Московском доме научно-технической пропаганды имени Ф. Э. Дзержинского, музей Звездного городка.

Законченный коллективный труд московских пионеров и школьников

представлял собой тематическую разработку филателистическими и научными материалами истории развития естествознания и, в частности, изучения Вселенной от древнейших времен до 1917 г., достижений советской науки и техники в исследованиях космического пространства и т. д.

Экспозиция «Путь к звездам», представленная в павильоне «Космос» ВДНХ СССР, является своеобразным отчетом юных коллекционеров, которые не только собирают почтовые марки и оформляют коллекции, но и учатся проводить исследования.

С помощью механических индикаторов кружковцы измеряют толщину марок, оптическими микрометрами



Чтобы стать хорошим филателистом, нужно знать и химию

На занятиях филателистического кружка в Средней школе № 420 города Москвы

снимают характеристики знаков почтовой оплаты, светофильтрами определяют цветовые особенности. Точные линейки с нониусами ребята используют для измерения зубцовки, габаритов марки и ее живописного поля. Химические реактивы они применяют для выяснения стойкости почтовых марок по отношению к различным средам. Нередко юные филателисты прибегают к приборам для определения кривизны линий, имеющих на изображениях марок, что позволяет достоверно устанавливать подлинность их издания.

Обращаются ребята к приборам испытания бумаги на прочность и к другим современным техническим приспособлениям, облегчающим и ускоряющим процесс исследований.

Свои знания по истории космонавтики участники кружка юных филателистов расширяют и углубляют на запоминающихся встречах с людьми, которые делают эту историю. В гостях у ребят побывали летчики-космонавты СССР А. В. Филипченко, В. В. Горбатко, дважды Герой Советского Союза генерал-майор авиации Г. А. Речкалов. Беседовали кружковцы с американским космонавтом Н. Армстронгом, исполняющим обязанности директора НАСА Д. Лоу и другими зарубежными специалистами в области космонавтики, которые приезжали в Москву и посещали павильон «Космос» на ВДНХ.

Работа юных филателистов, а также их руководителей получила заслуженную оценку. Медалями «Юный участник ВДНХ СССР» награждены Сережа Анисин, Люда Беляева, Петя Запольнев, Женя Захаров, Саша Ищенко, Алеша Кузнецов, Коля Осадченко, Ира Шерстнева, а также Лена и Галя Гагарины — дочери первого космонавта. Бронзовыми медалями отмечены директор Средней школы № 420 Ф. Л. Корниенко и руководитель Клуба юных филателистов Московского городского Дворца пионеров и школьников Т. С. Сотникова.

Все члены кружка юных филателистов хорошо учатся. Коллекционирование, приучая их к порядку и систематизации материала, помогает лучше овладевать школьным курсом.

А. Е. КОРНЮХИН



Обстоятельно о фантастике

Прошло уже время, когда критикам, в том числе и автору этих строк, приходилось настойчиво доказывать, что научная фантастика должна стать полноправным жанром советской художественной литературы. Творчество Ивана Ефремова, например, пользуется пристальным вниманием читателей не только в нашей стране, но и за рубежом. Немало литературоведческих трудов посвящено советской фантастике. Взяты хотя бы книгу Ю. Рюрикова «Через 100 и 1000 лет», Е. Брандиса «Советский научно-фантастический роман», Б. Ляпунова «В мире мечты», своеобразно построенную дискуссионную книгу Г. Гуревича «Карта страны фантазии», монографии Е. Брандиса и В. Дмитриевского о И. Ефреме («Через горы времени») и другие.

И вот перед нами капитальное исследование фантастики, сделанное

А. Ф. Бритиковым*. Книга, при всей своей серьезности и обстоятельности, написана взволнованно, местами — полемически.

Автор сначала как бы формулирует основные черты жанра в их соотношении с произведениями советских и зарубежных фантастов, рассказывает о зарождении и первых шагах научной фантастики в России.

Следующая за вступительными глава называется «Время Аэлиты». В ней подчеркивается значение А. Н. Толстого как зачинателя научной фантастики в советской литературе. Автор определяет место фантастики в творчестве А. Н. Толстого, но не упускает из виду и его современников. Он с симпатией упоминает о не потерявших и доселе своего значения и заслуженно продолжающих переиздаваться романах крупнейшего ученого В. А. Обручева.

Глава «Создадим советскую научную фантастику» посвящена произведениям А. Р. Беляева и К. Э. Циолковского. Беляев выступал не только как автор научной фантастики, но и как горячий пропагандист ее. Лозунг, предопределивший название этой главы, был выдвинут Беляевым, который очень много сделал для развития советской научной фантастики.

В главах «Поиски и потери», «После войны» автор энергично протестует против установок некоторых критиков, стремившихся либо вовсе ликви-

* А. Ф. Бритиков. Русский советский научно-фантастический роман. «Наука», Л., 1971 г.

дивовать научную фантастику, либо выхолостить ее, ограничив «ближним прицелом». Как известно, такая установка проповедовалась и воплощалась в произведениях иных авторов романов. А. Ф. Бритиков с беспощадностью разбирает эти произведения, отмечая, что «реальность обгоняла куцию фантастику», развенчивает «инфантильно-положительных героев» и справедливо устанавливает, что «декретирование принципа» ближних фантастов «...несомненно, затормозило развитие советского научно-фантастического романа».

Жизнь жестоко посмеялась над теми, кто настаивал на фантастике «ближнего прицела», отвергая по существу космическую тематику. А. Ф. Бритиков напоминает, как, например, В. Немцов, автор многочисленных и многотиражных романов, упорно старался фантазировать лишь о том, что произойдет в ближайшие годы (а зачастую и о том, что фактически уже воплотилось в действительность), хотя уже тогда готовился старт нашего первого спутника и разрабатывались планы исследования Луны. Такая «фантастика», естественно, оказывалась в хвосте событий.

И наоборот, в творчестве А. Беляева, которого по справедливости можно назвать фантастом-энциклопедистом, космическая тематика занимала немалое место («Прыжок в ничто», «Звезда КЭЦ»). Тем более свободно обращались к этой тематике последующие писатели, которые шли впере-

ди научных прогнозов, опираясь на уже добытые данные, как и подобает фантастам. Вот лишь немногие примеры. И. Ефремов насыщает свои произведения социальными проблемами и предвидениями, развертывает действие в огромных просторах Вселенной («Туманность Андромеды», «Сердце змеи», «Час быка»). В сборнике рассказов Г. Гуревича «Пленники астероида» действие происходит не только на астероидах и на Луне, но и за пределами нашей Солнечной системы. В романе Г. Мартынова «Гость из бездны» жители отдаленной планетной системы устанавливают контакты с землянами. Слишком смело, — скажут, вероятно, некоторые «фантасты» сегодняшнего дня. А ведь уже и ученые всерьез думают о возможности таких контактов.

Подробно анализируя некоторые порочные направления в развитии советской научной фантастики, Бритиков, в частности, останавливается на стремлении писателей обыграть сенсации, ничего общего не имеющие с подлинной наукой. В качестве примера он приводит произведения А. Казанцева, который упорно настаивает на выдвинутой им и решительно опровергнутой учеными идее, будто Тунгусский метеорит — это космический корабль инопланетных пришельцев.

И очень серьезно возражает Бритиков против провозглашенного и примененного на практике некоторыми писателями принципа «фантастики

как приема», то есть, по существу, фантастики без науки: «критерий научности, в равной мере обязательный для различных разновидностей фантастики, не может быть снят и применительно к фантастической литературе в целом».

Отмечая недочеты советской научной фантастики, автор подчеркивает ее несомненные крупные достижения. Так, страницы, посвященные творчеству И. Ефремова, — одни из лучших в книге, и стоит привести весьма удачный образ: «Ефремов так бросает луч своей фантазии в космическую даль, что, отразившись от безмерно далеких галактик, он ярко освещает Землю у нас под ногами». Вряд ли можно лучше выразить мысль о том, что именно смелая научная фантастика, а отнюдь не бескрылая фантастика «ближнего прицела», помогает человечеству осознать свое социальное бытие.

В книге разбираются произведения многих фантастов, даже слишком многих — и это ее недостаток. Она теряет порой четкие грани, когда речь идет о сопредельных жанрах. Так, например, социальная утопия — самостоятельный и весьма разветвленный жанр, ему следует посвящать специальные работы.

Как и подобает серьезному исследованию, книга А. Ф. Бритикова снабжена солидным справочным аппаратом: подробной библиографией и алфавитным указателем.

А. Р. ПАЛЕЙ

НОВЫЕ КНИГИ

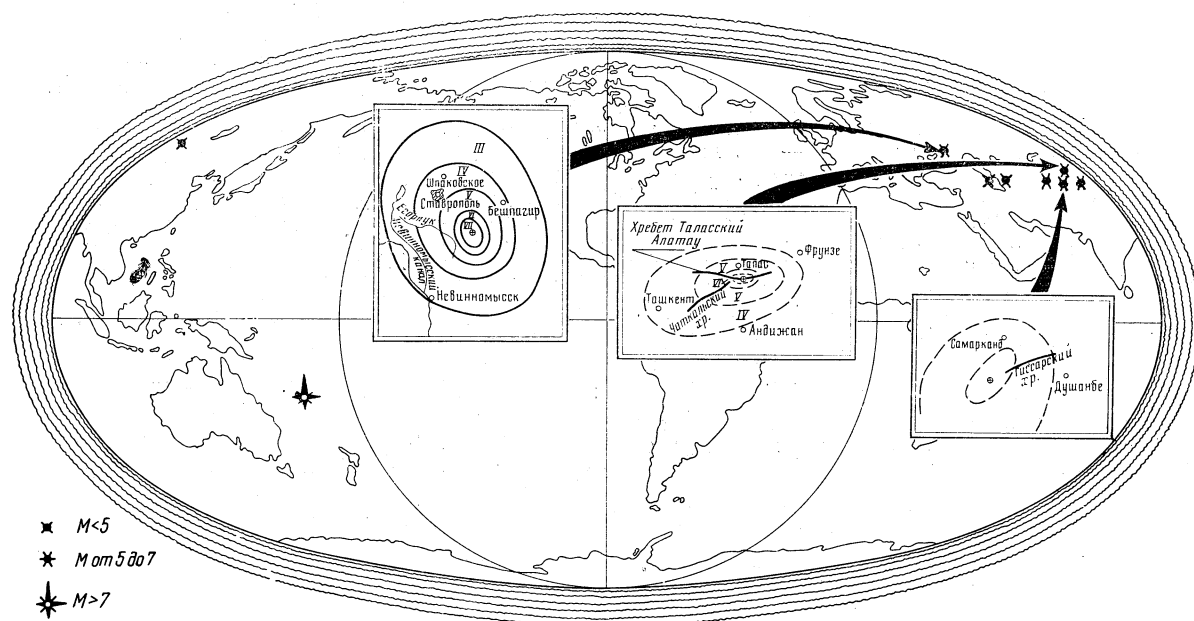
СБОРНИК ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО АСТРОНОМИИ

Издательство «Мир» выпустило в 1971 г. книгу известного голландского ученого профессора М. Миннарта «Практическая астрономия». Эта книга — обобщение опыта автора, почти 30 лет преподававшего астрономию в Утрехтском университете

(Голландия). Перевод с английского выполнен Д. Р. Каримовой и Е. Д. Павловской под редакцией П. Г. Куликовского.

Книга содержит 74 небольшие практические работы по курсу общей астрономии. Большинство из них полезно было бы выполнять в педагогических институтах, а примерно третью часть — при изучении астрономии в обычных и физико-математических школах, а также на кружковых и факультативных заня-

тиях по астрономии. Исключительная ясность изложения делает книгу весьма полезной для многих любителей астрономии. «Во время практических занятий, — пишет М. Миннарт в предисловии к своей книге, — постарайтесь осознать, как великолепна и гармонична Вселенная, которую мы исследуем. Специалист-астроном испытывает то же чувство изумления и благоговения, и хотя редко говорит о своих чувствах, они вдохновляют его во время работы».



★ $M < 5$

★ $M \text{ от } 5 \text{ до } 7$

★ $M > 7$

1 октября

16 час. 27 мин. 44 сек.

$38^{\circ},8$ с. ш.; $69^{\circ},7$ в. д.

$h = 10$ км

Южный Тянь-Шань, хребет Каратегинский. По предварительным данным, эпицентр находился в 85 км от Душанбе. Землетрясение ощущалось в Оби-Гарме силой 5 баллов; Душанбе — 2 балла.

2 октября

10 час. 56 мин. 40 сек.

$45^{\circ},3$ с. ш.; $42^{\circ},5$ в. д.

$h = 8-10$ км; $M = 4,0$

Ставропольская возвышенность. По макросейсмическим данным, координаты эпицентра $44^{\circ},9$ с. ш.; $42^{\circ},2$ в. д.; землетрясение ощущалось в Ставрополе силой 5 баллов, в пунктах Вешпаир, Шпаковка, Польский — силой 4 балла и в Невинномыске — силой 3 балла. Землетрясение обследовано под руководством М. П. Зарайского. (Центральная сейсмическая станция «Сочи».)

6 октября

23 час. 43 мин. 20 сек.

$37^{\circ},4$ с. ш.; $72^{\circ},2$ в. д.

$M = 4,7$

Южный Памир. Примерная сила в эпицентре 5 баллов.

10 октября

09 час. 05 мин. 54 сек.

$41^{\circ},6$ с. ш.; $43^{\circ},5$ в. д.

$h = 10$ км.; $M = 3,5$

Грузинская ССР, Джавахетское нагорье.

11 октября

19 час. 34 мин. 35 сек.

$43^{\circ},3$ с. ш.; $75^{\circ},4$ в. д.

$M = 3,8$

Казахская ССР, Чу-Илийские горы.

15 октября

14 час. 19 мин. 32 сек.

$37^{\circ},7$ с. ш.; $54^{\circ},6$ в. д.

$h = 25$ км; $M = 4,0$

Юго-восточное побережье Каспийского моря.

15 октября

16 час. 22 мин. 12 сек.

$37^{\circ},1$ с. ш.; $71^{\circ},8$ в. д.

$h = 160$ км

Южный Памир.

18 октября

09 час. 36 мин. 42 сек.

$38^{\circ},2$ с. ш.; $72^{\circ},9$ в. д.

$M = 4,0$

Южный Памир.

21 октября

23 час. 07 мин. 49 сек.

$54^{\circ},7$ с. ш.; $90^{\circ},9$ в. д.

$h = 10$ км; $M = 4,4$

Саяны, восточнее хребта Кузнецкий Алатау.

27 октября

17 час. 58 мин. 39 сек.

$15^{\circ},5$ ю. ш.; $166^{\circ},9$ в. д.

$h = 50$ км; $M = 7,1$

Острова Новые Гебриды.

28 октября

13 час. 30 мин. 55 сек.

$42^{\circ},2$ с. ш.; $72^{\circ},2$ в. д.

$M = 5,7$

Киргизская ССР. Хребет Таласский Алатау.

Землетрясение ощущалось силой 5 баллов в Талассе, 4 балла в Ташкенте, 3 балла в Андижане и Фрунзе, силой 2 балла в Самарканде. В городах Таласс и Ташкумыр слышался сильный гул, качались электрические лампы.

12 ноября

16 час. 37 мин. 15 сек.

$41^{\circ},0$ с. ш.; $50^{\circ},4$ в. д.

$h = 30$ км; $M = 3,9$

Каспийское море.

14 ноября

22 час. 34 мин. 53 сек.

$36^{\circ},7$ с. ш.; $68^{\circ},3$ в. д.

$M = 4,0$

Пограничная область между Афганистаном и СССР.

Землетрясение ощущалось в совхозе «Таджикистан» силой 5 баллов, в поселке Шаартуз — 3 балла.

18 ноября

07 час. 31 мин. 34 сек.

$38^{\circ},6$ с. ш.; $66^{\circ},5$ в. д.

$h = 40$ км; $M = 5,4$

Узбекская ССР. Юго-западнее Гиссарского хребта. Землетрясение ощущалось в Самарканде, Карши, Катта-Курган силой 5 баллов; в Душанбе, Джизак — 4 балла.

Л. А. МОСКАЛЕВА

АСТРОНОМИЯ В ШКОЛАХ ВИННИЦКОЙ ОБЛАСТИ

В течение 1970/71 учебного года Винницкий педагогический институт совместно с Областным отделом народного образования обследовал состояние преподавания астрономии в школах области. Директорам и учителям астрономии были разосланы анкеты. Ответы пришли из 314 школ — примерно 94% всех средних школ области. Изучение анкет дало возможность получить некоторые весьма любопытные статистические сведения.

95% учителей астрономии имеют высшее педагогическое образование, около 13% преподают астрономию первый год, 12% читают курс астрономии более 10 лет. Между тем учителей астрономии с общим педагогическим стажем свыше 10 лет насчитывается в области около 70%. Это весьма показательно и свидетельствует о текучести кадров. Некоторые учителя читают астрономию не постоянно, а с перерывами.

Среди преподающих астрономию преобладают учителя физики — 68%, учителей математики — 20%, географии — 9%, химии, биологии и истории — 3%.

Ни в одной школе области нет специального астрономического павильона («школьной обсерватории»), хотя большинство школ (62%) располагает телескопами (рефракторами или менисковыми).

Наблюдения неба невооруженным глазом проводятся почти во всех школах. В 36% школ учителя занимаются с учащимися определением приближенной географической широты, времени и т. д. Лишь в некоторых школах ребята фотографируют Солнце и Луну.

В 27% школ проводится внеклассная работа по астрономии (астрономические вечера, олимпиады и другие мероприятия). Астрономические кружки функционируют в 8% школ. Наиболее успешно работает в Вин-

нице астрономический кружок школьников при Областной станции юных техников. Регулярно работает астрономический кружок и при городском планетарии.

Учителя жалуются на отсутствие методической литературы по астрономии. Методические пособия, как правило, издаются небольшими тиражами и быстро расходятся. Учителя пользуются журналами «Физика в школе» и «Земля и Вселенная». 76% учителей высказались за издание специального методического журнала «Астрономия в школе». Ведь такие журналы есть по всем предметам школьного курса, кроме астрономии.

Обследование состояния преподавания астрономии проводится в Винницкой области второй раз. За последние годы значительно укрепилась материальная база школ, возросло число школ, имеющих астрономические инструменты, улучшился состав преподавателей и поста-

И. Д. ИЛЬЕВСКИЙ
кандидат педагогических наук

Орган Секции физико-технических и математических наук,
Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР
и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Научно-популярный журнал
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Редакционная коллегия:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН
Ответственный секретарь кандидат пед. наук Е. П. ЛЕВИТАН
Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOV, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географических наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ, доктор геол.-мин. наук Ю. М. ШЕЙНМАНН

Адрес редакции: 117 333, Москва, В-333,
Ленинский пр., д. 61/1,
тел. 135-64-81
135-63-08

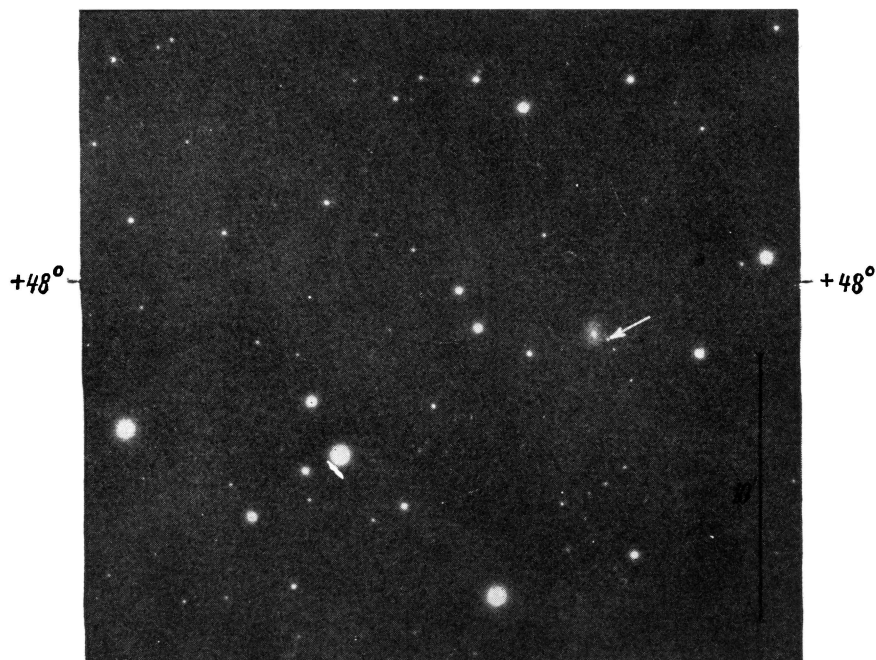


Художественный редактор
Л. Я. Шимкина

Корректоры: Н. Е. Затеева
Г. Н. Нелидова

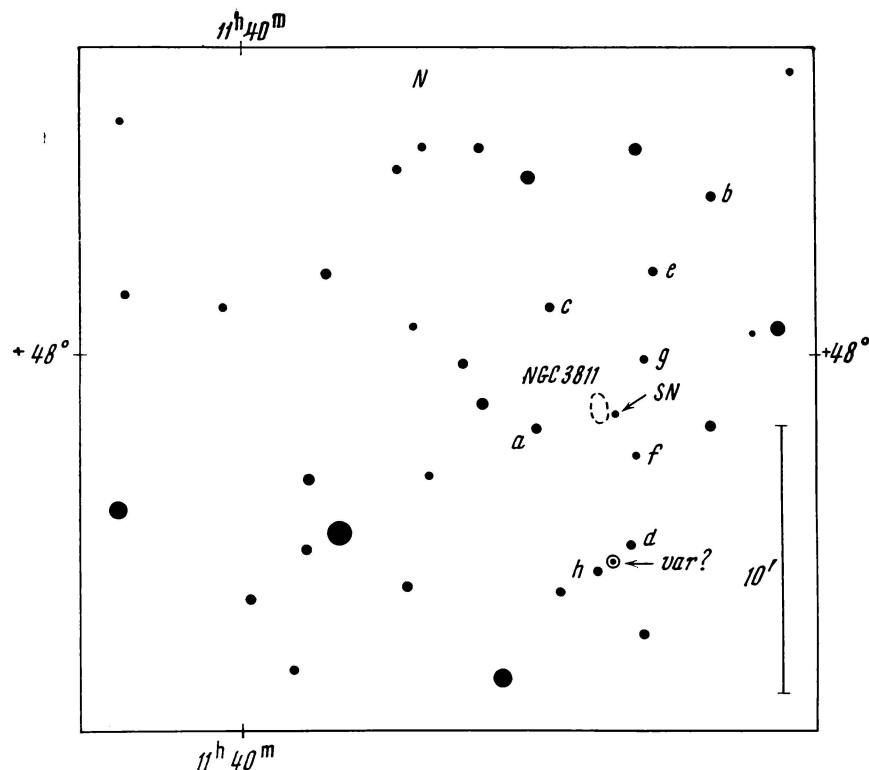
При перепечатке ссылка на журнал «Земля и Вселенная» обязательна.

Сверхновая в спиральной галактике NGC 3811



Фотография галактики NGC 3811 получена 16 июня 1971 г. на 40-сантиметровом астрографе Южной станции Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. Сверхновая расположена в $34''$ к юго-западу от центра галактики. На карте окрестностей приведены звезды сравнения, фотографические величины которых:
 $a = 14^m,5$; $b = 15^m,3$; $c = 15^m,8$; $d = 16^m,3$; $e = 16^m,6$; $f = 16^m,9$; $g = 17^m,3$; $h = 17^m,5$.

(К заметке «Служба Сверхновых звезд»)



Цена 40 коп.

Индекс 70336

Перед объективом аквалангиста — флора и фауна Красного моря.

[К статье Ю. А. Владимирцева и А. Н. Косарева]

Фото Б. В. Вискребенцева



Издательство
«Наука»

